

GAS AKHIR
1701)

ANALISA KEKUATAN MEKANIS ARMOUR KABEL LISTRIK KAPAL



DSSD
623.0503
Mem
a-1
2000

Oleh :

BONNI MOMENTA
NRP : 4293 100 021

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000

Rp. 30.000.-

PEMBAYARAN	
Tgl. T.	4/12/2000
11	

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA KEKUATAN MEKANIS
ARMOUR KABEL LISTRIK KAPAL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Perkapalan**

Pada

**Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



SARDONO SARWITO, M.Sc.
NIP. 131 651 255



Ir. I WAYAN LINGGA INDAYA, MT.
NIP. 131 415 662

SURABAYA
Februari, 2000

ABSTRAK

Di dalam kapal banyak sekali kegiatan yang dilakukan baik itu oleh mesin-mesin maupun kegiatan yang dilakukan oleh manusia, dan di sisi lain pihak hampir di semua tempat di kapal dapat kita temui kabel-kabel yang digunakan untuk pendistribusian tenaga listrik. Sehingga dari kedua pernyataan diatas kadangkala terjadi suatu kecelakaan yang berakibat rusaknya kabel-kabel tersebut karena mengalami benturan mekanis atau sebab lainnya.

Untuk mengetahui sejauh mana kekuatan yang diberikan oleh armour sebagai pelindung kabel listrik terhadap beban mekanis yang mungkin diterimanya, dilakukan pengukuran tahanan isolasi suatu kabel berarmour, kemudian memberi pembebanan mekanis berupa tumbukan terhadap kabel berarmour tersebut dengan mengacu pada besarnya tingkat beban yang mungkin diterima di tempat kabel tersebut terpasang. Setelah itu dilakukan pengukuran tahanan isolasi kembali untuk mengetahui apakah setelah mengalami pembebanan mekanis, kabel tersebut akan mengalami perubahan besarnya tahanan isolasi.

Dari hasil pengukuran tahanan isolasi setelah pembebanan mekanis dapat diketahui bahwa tidak semua armour atau pelindung kabel memiliki kekuatan yang cukup untuk melindungi kabelnya, dan dapat diketahui pula apakah penempatan kabel tersebut di kapal sudah sesuai dengan kekuatan armournya, dengan mengacu pada beban mekanis yang mungkin diterima di tempat kabel tersebut terpasang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala petunjuk dan rahmatnya, sehingga kami mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "ANALISA KEKUATAN MEKANIS ARMOUR KABEL LISTRIK KAPAL", yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya.

Ucapan terima kasih sedalam-dalamnya kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara material maupun spiritual, yaitu :

1. Bapak Dr. Ir. Masroeri MEng., selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.
2. Bapak Ir. Sardono Sarwito MSc., selaku Dosen Pembimbing I dalam pengerjaan tugas akhir ini dan selaku Kepala Laboratorium Listrik dan Otomatisasi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.
3. Bapak Ir. I Wayan Lingga Indaya MT., selaku Dosen Pembimbing II dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Tjoek Soeprajitno, selaku Dosen Wali selama masa perkuliahan.
5. Pimpinan PT. DOK dan PERKAPALAN Surabaya, beserta seluruh staff yang turut memberi kontribusi dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Bapak Ir. P. Andrianto selaku Ketua Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Teknik Perkapalan FTK - ITS.

Bapak Mujito dan rekan-rekan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Teknik Perkapalan FTK - ITS.

Bapak Agus di Laboratorium Listrik dan Otomatisasi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.

Orang tua serta adik kakak, yang telah memberi dorongan moril dan materiil.

D. Semua rekan yang telah membantu.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran untuk pengembangannya sangat kami harapkan dari pembaca.

Surabaya, Pebruari 2000

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Permasalahan	I-2
1.3. Batasan Masalah	I-3
1.4. Tujuan Penulisan	I-3
1.5. Metodologi	I-4
BAB II DASAR TEORI	II-1
2.1. Konstruksi Kabel Listrik	II-1
A. Penamaan Kabel	II-2
B. Conductor (Penghantar)	II-5
C. Insulation (Isolator)	II-6
D. Sheating	II-9
E. Armour	II-9
2.2. Penempatan Kabel Listrik di Kapal	II-10
2.3. Pembebanan Mekanis	II-11

BAB III KONDISI DI KAPAL	III-1
3.1. Beban Tumbukan di Kapal	III-1
3.2. Kabel Listrik Yang Dipakai	III-7
3.3. Perlindungan Terhadap Kabel Listrik Kapal	III-8
A. Cable Way	III-8
B. Pipa baja	III-10
C. Baja profil siku	III-11
BAB IV PENGUJIAN	IV-1
4.1. Pengukuran tahanan isolasi dari material contoh (spesimen) sebelum dikenai pembebanan mekanis	IV-2
4.2. Pemberian beban mekanis terhadap material contoh...	IV-3
4.3. Pengukuran tahanan isolasi dari material contoh (spesimen) setelah dikenai pembebanan mekanis	IV-4
BAB V ANALISA HASIL PERCOBAAN	V-1
5.1. 660 V TPYCY 2,0 SQMM x 3C	V-1
5.2. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 7C	V-2
5.3. 660 V DPYC 5,5 SQMM x 2C	V-4
5.4. 660 V DPYC 8,0 SQMM x 2C	V-6
5.5. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 12C	V-7
5.6. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 5C	V-9
5.7. 250 V DPYC 3,5 SQMM x 2C	V-11
5.8. 250 V MPYCS 1,25 SQMM x 5C	V-12
5.9. 660 V TPYC 2,0 SQMM x 3C	V-14

5.10. 250 V DPYC 1,25 SQMM x 2C	V-15
5.11. 250 V FMPYC 1,25 SQMM x 23C	V-16
5.12. 250 V TTYCS 1,25 SQMM x 4C	V-17
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1. Kesimpulan	VI-1
6.2. Saran	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman.
1. Gambar 2.1. Sketsa kabel listrik kapal	II-2
2. Gambar 2.2. Sketsa umum megger	II-8
3. Gambar 2.3. Sketsa Charpy Impact Machine	II-13
4. Gambar 2.4. Prinsip pendulum	II-14
5. Gambar 3.1. Sketsa "cable way"	III-9
6. Gambar 3.2. Sketsa bentuk belokan "cable way"	III-9
7. Gambar 3.3. Penampang pipa baja pelindung kabel	III-11
8. Gambar 3.4. Baja profil siku sebagai pelindung kabel listrik	III-11
9. Gambar 5.1. Sketsa Penampang Kabel Dua Inti	V-4

DAFTAR NOTASI

- α = sudut pembebanan mesin impact ($^{\circ}$)
- ρ = resistivitas listrik (Ohm.m)
- A = Luas penampang penghantar (m^2)
- E_k = Energi Kinetik (Joule)
- E_m = Energi Mekanis (Joule)
- E_p = Energi Potensial (Joule)
- g = percepatan gravitasi = $9,806 \text{ m/dt}^2$
- h = ketinggian bandul (m)
- i = Arus Listrik (Ampere)
- L = Panjang kawat penghantar (m)
- m = massa (kg)
- p = momentum (kg.m/dt)
- l = panjang lengan pendulum = $0,916 \text{ m}$
- R = Tahanan listrik (Ω - Ohm)
- v = kecepatan (m/dt)
- V = Tegangan listrik (Volt)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Untuk masa sekarang ini bisa dikatakan hampir semua kapal telah menggunakan listrik baik itu sebagai tenaga penggerak utama kapal ataupun sebagai tenaga untuk keperluan-keperluan lain di kapal. Terutama untuk kapal-kapal besar modern, listrik menjadi salah satu kebutuhan utama. Hampir semua sistem dan peralatan di kapal tersebut memanfaatkan tenaga listrik dalam operasionalnya. Tenaga listrik ini dalam proses pendistribusiannya menggunakan kabel, sehingga kehandalan kabel tersebut dapat menjadi salah satu jaminan kehandalan operasional sistem atau peralatan yang memanfaatkan tenaga listrik ini.

Di dalam kapal banyak sekali kegiatan yang dilakukan baik itu oleh mesin-mesin maupun kegiatan yang dilakukan oleh manusia, dan di lain pihak hampir di semua tempat di kapal dapat kita temui kabel-kabel yang digunakan untuk pendistribusian tenaga listrik. Sehingga dari kedua pernyataan diatas kadangkala terjadi suatu kecelakaan yang berakibat rusaknya kabel-kabel tersebut karena mengalami benturan atau sebab lainnya. Hal ini akan sangat berbahaya karena dengan rusaknya kabel dapat berakibat tidak berfungsinya peralatan yang memanfaatkan kabel tersebut serta faktor keamanan. Karena sebab itu maka pada tempat-tempat tertentu, dimana kemungkinan kabel mengalami gangguan berupa beban mekanis

seringkali terjadi, digunakan kabel dengan lapisan pelindung atau biasa dinamakan armour.

Dari sebab diatas maka dirasakan perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah kekuatan armour yang digunakan pada kabel tersebut sudah cukup untuk mengatasi beban mekanis yang mungkin dialami, atau meletakkan kabel tersebut kurang tepat dikarenakan beban mekanis yang mungkin diterima kabel di ruang tersebut terlalu besar. Karena apabila beban mekanis yang diterima armour kabel terlalu besar akan mengakibatkan kabel putus atau setidaknya isolator kabel akan cacat sehingga tahanan isolasi dari kabel tersebut berubah dan akan mempengaruhi keamanan kerja kabel tersebut.

Dari penelitian diatas diharapkan dapat diketahui seberapa kekuatan armour kabel yang dibutuhkan untuk suatu kabel yang ditempatkan pada suatu ruangan di kapal dengan kemungkinan menerima beban mekanis tertentu, atau untuk suatu kabel dengan kekuatan armour tertentu sebaiknya digunakan di tempat mana di kapal, dimana armour kabel tersebut mampu mengatasi beban mekanis yang mungkin dialami sehingga dapat melindungi isolator serta konduktor kabel tersebut.

2. Permasalahan.

Masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Apakah kekuatan armour atau pelindung kabel dari beban mekanis yang dipakai pada suatu ruangan tertentu di kapal cukup kuat untuk mengatasi beban mekanis yang mungkin dialami di ruangan tersebut.
- Apakah penempatan/pemakaian kabel berarmour sudah sesuai dengan kemampuan/kekuatan armour kabel tersebut untuk mengatasi beban mekanis yang mungkin diterima.

3. Batasan Masalah.

Untuk menghindari kompleksnya permasalahan maka penulisan tugas akhir ini diberikan batasan sebagai berikut :

- Analisa dibatasi pada perubahan secara elektrik dikarenakan beban mekanis, tidak membahas perubahan secara kimiawi yang mungkin timbul.
- Tidak membahas aspek ekonomi.
- Pengujian dilakukan terhadap kabel dengan inti lebih dari satu.
- Analisa dilakukan pada kapal tanker KLASHOGUN produksi PT. DOK dan PERKAPALAN Surabaya.

4. Tujuan Penulisan.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui kemampuan armour kabel dalam melindungi kabel dari beban mekanis yang mungkin diterima kabel tersebut dimana ditempatkan.

- Dengan tercapainya tujuan diatas diharapkan akan dapat lebih memperhatikan penempatan kabel berarmour pada tempat yang sesuai dimana armour dari kabel itu dapat mengatasi beban mekanis.

5. Metodologi.

Untuk mempermudah pengerjaan tugas akhir ini metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan adalah sebagai berikut :

- Studi literatur untuk mendapatkan teori tentang kabel listrik terutama yang berarmour, tentang bentuk pembebanan dengan menggunakan fasilitas uji hantam.
- Studi lapangan untuk mendapatkan data dan material contoh yang akan di uji di laboratorium.
- Melakukan pengujian di laboratorium terhadap material contoh yang diperoleh.
- Analisa hasil pengujian di laboratorium.
- Menarik kesimpulan dari hasil analisa tugas akhir ini.

BAB II

DASAR TEORI

Pada perencanaan tugas akhir ini ada beberapa dasar teori yang diperlukan dalam pembahasan yang akan dilakukan. Adapun teori-teori dasar tersebut secara umum dapat digolongkan sebagai berikut

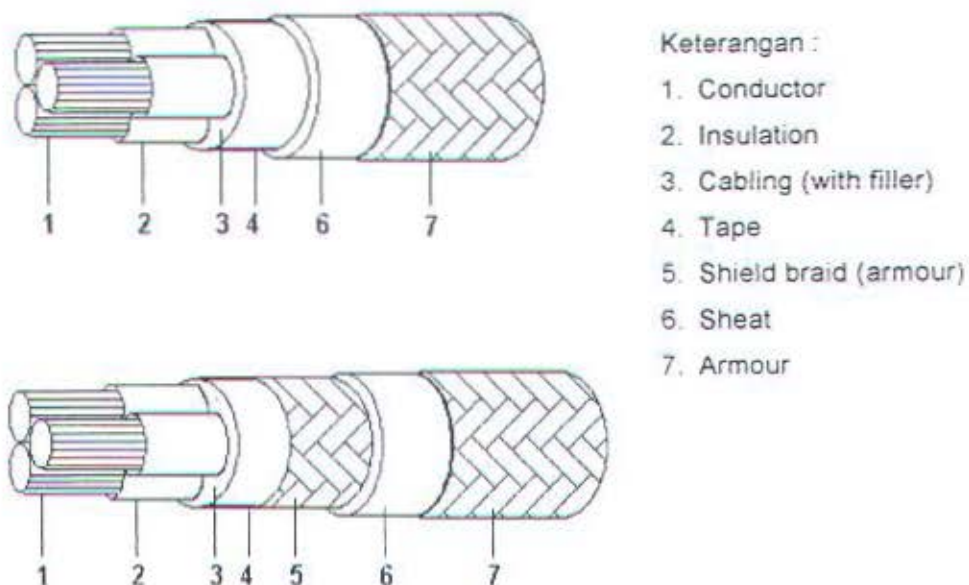
- Teori dasar tentang kabel listrik, utamanya yang berarmour.
- Teori tentang pengujian tahanan isolasi dari suatu kabel listrik.
- Teori tentang pembebanan mekanis dengan menggunakan fasilitas uji hantam.

Berikut ini adalah penjelasan tentang teori-teori dasar tersebut.

1. Konstruksi Kabel Listrik.

Konstruksi dasar dari kabel listrik terdiri atas logam sebagai penghantar yang pada bagian luarnya dilapisi dengan bahan isolator yang sesuai untuk membentuk inti kabel dengan satu atau beberapa inti yang dijadikan satu dan diikat dengan selungkup (sheathing) untuk memberi perlindungan dari kerusakan dan pengaruh dari luar. Kadangkala kabel juga dilengkapi dengan pelindung dari bahan logam (armour) untuk melindungi kabel dari beban mekanis. (*Marine Electrical Practice*). Gambar berikut menunjukkan contoh sketsa kabel

listrik kapal secara umum beserta keterangan yang berkaitan dengannya.



Gambar 2.1. Sketsa kabel listrik kapal

A. Penamaan Kabel.

Guna mempermudah pengenalan kabel, maka untuk setiap kabel diberi kode pengenal atau nama yang mengacu pada spesifikasi kabel tersebut. Berikut ini adalah keterangan mengenai cara penamaan kabel yang digunakan dalam tugas akhir ini yang menggunakan Standart JIS yang banyak dipakai, dimana bentuk umum penamaannya adalah

$$\frac{L}{1} - \frac{S}{2} \frac{P}{3} \frac{Y}{4} \frac{C}{5} \frac{S}{6} \frac{8}{7}$$

Keterangan :

1. Tegangan Kerja

L AC250V atau kurang, DC450V atau kurang

H AC660V atau kurang, DC1000V atau kurang

Pada kabel listrik biasanya tanda yang tertera adalah langsung menunjukkan tegangan kerjanya seperti 660V atau 250V, sedangkan pada gambar-gambar instalasi umumnya memakai kode berupa L atau H saja.

2. Jumlah inti kabel dan fungsi utama kabel.

S Single core for lighting and power

D Double core for lighting and power

T Three core for lighting and power

F Four core for lighting and power

M Multicore for control and signal

TT Telephone and Instrumentation

P Portable and Flexible

F Flame Retardant Type *)

*) Pada posisi simbol pertama kemungkinan ada tambahan satu simbol yang menunjukkan jenis kabel yang tahan panas (F -flame retardant type), sehingga untuk kabel jenis tahan panas ini ada dua simbol pada posisi pertama, contohnya adalah 250V FMPYC 5

3. Isolasi

P EP rubber (Ethylene propylene rubber)

SR Silicone rubber

Y PVC

4. Selungkup luar (Outer covering)

Y PVC sheath (polyvinylchloride sheath)

N PCP sheath (polychloroprene sheath)

D Braid

5. Armouring

C Galvanized steel wire braid

B Copper alloy wire braid

6. Selungkup Pelindung (Protective covering)

Y PVC protective covering

Kadangkala pada posisi keenam ini kosong, tetapi kadangkala terisi dengan keterangan lain yaitu

S Common shield, penunjuk bahwa semua inti kabel terlindung lagi dengan shield braid menjadi satu

-S Individual core or pair shield, penunjuk bahwa masing-masing inti kabel atau pasangan inti kabel terlindung lagi dengan shield braid

E Earth Wire.

7. Posisi ini menunjukkan luasan penghantar nominal atau jumlah inti dari kabel.

(i) Menunjukkan ukuran konduktor nominal, hal ini berlaku bagi kabel dengan jumlah inti satu, dua, tiga dan empat inti.

(ii) Menunjukkan banyaknya jumlah inti konduktor, hal ini berlaku bagi kabel dengan inti lebih dari empat (multicore).

B. Conductor (Penghantar).

Fungsi conductor adalah menghantarkan arus listrik. Sebagian besar kabel listrik kapal menggunakan bahan tembaga, kecuali untuk keperluan-keperluan tertentu menggunakan logam khusus dan logam campuran seperti cupro-nickel, aluminium, dsb.

Conductor biasanya dilapisi dengan logam tipis, biasanya timah, berfungsi sebagai pembatas antara conductor dan isolasinya agar tidak terjadi gaya adhesi dan menghindari kemungkinan terjadinya reaksi kimiawi antara conductor dan bahan isolasinya tersebut. Sedangkan conductor tanpa lapisan digunakan untuk kabel-kabel dengan bahan isolator dari mineral dan pvc. Kadang diantara conductor dan isolasinya tersebut dilapisi dengan pita tipis dari bahan non logam untuk mempermudah pengelupasan isolasi dari conductornya. (*Marine Electrical Practice*).

Conduktor kabel listrik sebagai media penghantar arus listrik memiliki karakteristik tertentu yang berkaitan dengan fungsinya sebagai penghantar arus listrik, salah satunya adalah kemampuan hantar arus listriknya.

Bila $V = I \cdot R$

V = Tegangan listrik

I = Arus Listrik

R = Tahanan listrik

dan $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$

ρ = Resistivitas listrik

L = Panjang kawat penghantar

A = Luas penampang penghantar

Dari persamaan diatas, diketahui bahwa kemampuan hantar arus dari kabel berbanding terbalik terhadap tahanan listrik dari kabel tersebut. Sedangkan dari persamaan berikutnya diketahui bahwa tahanan listrik dari kabel berbanding terbalik dengan luas penampang kabel sehingga dari sini dapat dilihat bahwa kemampuan hantar arus dari kabel berbanding lurus dengan luas penampang kabel. (*Diktat Rumus-rumus, Contoh Soal, Soal-soal FISIKA*). Jadi apabila terjadi pengecilan luas penampang kabel akibat armour tidak mampu mengatasi beban mekanis yang diterima, dapat dipastikan kemampuan hantar arus kabel akan berkurang sehingga mempengaruhi kerja dari peralatan yang dituju.

C. Insulation (Isolator).

Fungsi utama insulation (isolator) adalah untuk memberi perlindungan pada konduktor agar tidak terjadi hubungan pendek. Beberapa bahan yang biasanya digunakan sebagai isolator antara lain adalah :

- Polyvinyl chloride (pvc)
- Butyl Rubber
- Ethylene propylene rubber (epr)
- Polythene
- Cross-linked polyethylene (xlpe)
- Silicone rubber
- Mineral insulation (mi)

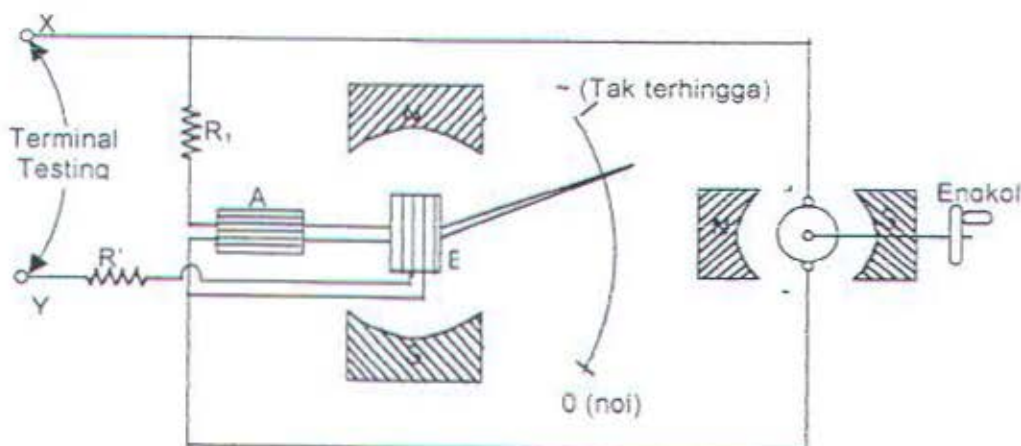
Bahan isolator tersebut masing-masing memiliki sifat-sifat khusus dan pemakaiannya disesuaikan dengan kebutuhan. Sifat-sifat tersebut antara lain tahan terhadap pengaruh kimiawi dari luar, tahan terhadap panas, tahan terhadap minyak, tahan terhadap perubahan cuaca, memberi kekuatan mekanis, dsb.

Tahanan Isolasi dan alat ukurnya.

Salah satu hal penting dari isolator adalah besarnya tahanan isolasi dari isolator tersebut. Dimana besarnya tahanan isolasi ini harus dijaga agar setinggi mungkin sehingga tidak akan menimbulkan gangguan berupa kebocoran arus, terjadinya arus pendek serta juga menyangkut masalah keamanan lingkungan disekitar kabel tersebut terpasang.

Apabila terjadi kerusakan pada isolator suatu kabel listrik maka akan terjadi perubahan besarnya tahanan isolasi tersebut. Selama besarnya tahanan isolasi tersebut masih berada dalam tingkatannya maka kabel listrik tersebut masih bisa dipergunakan. Demikian pula sebaliknya bila tahanan isolasinya berkurang maka kabel tersebut tidak boleh dipakai demi faktor keamanan.

Adapun besarnya tahanan isolasi ini dapat diketahui dengan cara pengukuran dengan menggunakan alat yang dinamakan alat ukur tahanan listrik tingkat tinggi yang biasa disebut Megger. Alat ini efektif digunakan untuk menguji tahanan suatu komponen atau rangkaian dengan orde mega ohm.



Gambar 2.2. Sketsa umum megger.

Cara pengoperasian dari megger ini adalah dengan memutar engkol dengan tangan. Setelah mencapai kecepatan yang stabil barulah pembacaan skala dapat dilakukan. Bila terminal testing (X-Y) tidak dihubungkan dengan suatu bahan yang akan diukur (dalam keadaan terbuka), maka jarum akan menunjukkan angka tak terhingga yang berarti bahwa tahanan luar terlalu tinggi bagi alat ukur untuk mengukurnya. Sedangkan bila kedua terminal testing (X-Y) dihubungkan langsung (hubungan singkat) dan engkol diputar maka jarum akan menunjuk pada angka nol yang berarti tidak ada tahanan atau tahanan luar terlalu kecil. Tapi bila kedua terminal testing (X-Y) tersebut dihubungkan melalui suatu bahan maka jarum akan menunjuk pada suatu skala yang menunjukkan besarnya tahanan dari bahan tersebut.

Meskipun megger dapat mengukur semua tahanan antara nol sampai tak terhingga tetapi pada pokoknya megger adalah alat pengukur tahanan tinggi saja. Biasanya angka pertama setelah nol pada skala adalah angka dengan orde mega ohm sehingga kita

dapat menganggap tidak mungkin untuk mengukur secara teliti tahanan kecil dengan menggunakan megger. (*Alat-Alat Ukur Listrik*)

D. Sheating.

Fungsi utama sheating adalah memberi perlindungan terhadap kabel, yaitu perlindungan terhadap beban mekanis, panas/api, cuaca, bahan kimiawi, minyak atau memberi perlindungan elektrik, kadangkala juga kombinasi dari sifat-sifat tersebut.

Common sheating (covering) adalah sheating yang berada pada bagian luar dari isolator-isolator pada kabel dengan inti lebih dari satu (multicore), yang juga berfungsi menyatukan inti-inti tersebut. Sedangkan outer sheat adalah sheating yang kadang ditambahkan pada lapisan terluar kabel untuk menambah perlindungan terhadap kabel tersebut. (*Marine Electrical Practice*).

E. Armour.

Fungsi utama dari armour adalah memberi kekuatan dan perlindungan mekanis terhadap kabel listrik. Pada masa lalu digunakan lapisan kabel baja tipis yang melingkar secara helical sepanjang selungkup kabel dan pada bagian luar dilapisi lagi secara keseluruhan dengan menggunakan pelindung dengan bahan fiber untuk mencegah korosi, dan kadang dilapisi lagi dengan cat atau bahan yang anti air.

Tapi pada saat ini dengan tujuan seperti diatas, digunakan kabel-kabel baja galvanis dengan diameter kecil yang dirajut untuk membentuk selungkup secara keseluruhan sepanjang kabel, dimana keuntungan dari model ini adalah juga mampu memberikan lapisan penyaring resonansi agar tidak mengganggu gelombang radio. (*Marine Electrical Practice*).

Sebagai alternatif untuk keperluan perlindungan kabel terhadap beban mekanis kadangkala digunakan kabel yang dimasukkan ke dalam pipa kecil, sebagai pengganti fungsi armour dimana dalam hal ini untuk keperluan tertentu masih diijinkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Tetapi cara ini memiliki kekurangan yaitu lebih sulit pada saat penginstalasian serta perawatannya. (*BKI volume IV*).

2. Penempatan Kabel Listrik di Kapal.

Pada pemakaian kabel berarmour di kapal kabel harus ditempatkan pada tempat dimana armour kabel tersebut harus mampu menerima beban mekanis yang mungkin diterimanya di tempat itu. Sebab bila tidak mampu mengatasi beban tersebut kabel yang dilindungi akan mengalami perubahan fisik yang akan berakibat terjadinya kerusakan isolasi kabel, berubahnya kemampuan hantar arus kabel tersebut dan sebagainya.

Dikarenakan kondisi lingkungan, maka pemasangan kabel listrik di kapal dilakukan secara khusus serta perlu perhatian khusus

pada kondisi operasinya. Beberapa hal yang harus menjadi perhatian dalam penempatan kabel listrik di kapal adalah sebagai berikut :

- Jalur kabel harus ditentukan secara hati-hati dengan memperhatikan pengaruh dari panas yang mampu diterima kabel serta resiko kerusakan mekanis yang mungkin terjadi.
- Jalur kabel harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga kabel tersebut mudah dalam pengawasan serta perawatannya.
- Kabel listrik kapal tidak boleh ditempatkan atau dilewatkan pada bagian/daerah dimana terdapat akumulasi air ataupun minyak.
- Kabel listrik kapal tidak boleh ditempatkan atau dilewatkan di bawah permesinan atau di bawah pelat lantai, meskipun cara ini seringkali dilakukan.

Pada sebagian besar kasus tersebut dapat dihindari dengan cara memindahkan kabel dari bagian atas kotak kabel ke bagian bawahnya dan memasangnya pada kabel tray, melewati pada bagian atas rak kabel atau plat baja. (*Marine Electrical Practice*).

3. Pembebanan Mekanis.

Beban mekanis yang seringkali diterima oleh kabel listrik kapal seringkali adalah beban yang menyimpannya terpusat, sehingga dalam pemberian beban mekanis hal ini dapat dianalogikan dengan pembebanan mekanis pada fasilitas uji hantam (*Charpy Impact Machine*). Dimana untuk keperluan pembebanan tersebut perlu dilakukan perhitungan balik untuk memperoleh kesamaan besarnya

momentum tumbukan pada kondisi sebenarnya dan kondisi percobaan.

Beban Tumbukan (Impact Loading).

Salah satu jenis beban dinamis yang penting diperhatikan adalah beban yang terjadinya seketika (momentum), seperti pada tumbukan massa yang bergerak. Dalam peristiwa ini akan terjadi proses perpindahan energi dan terjadi kerja pada bagian benda yang menerima tumbukan tersebut.

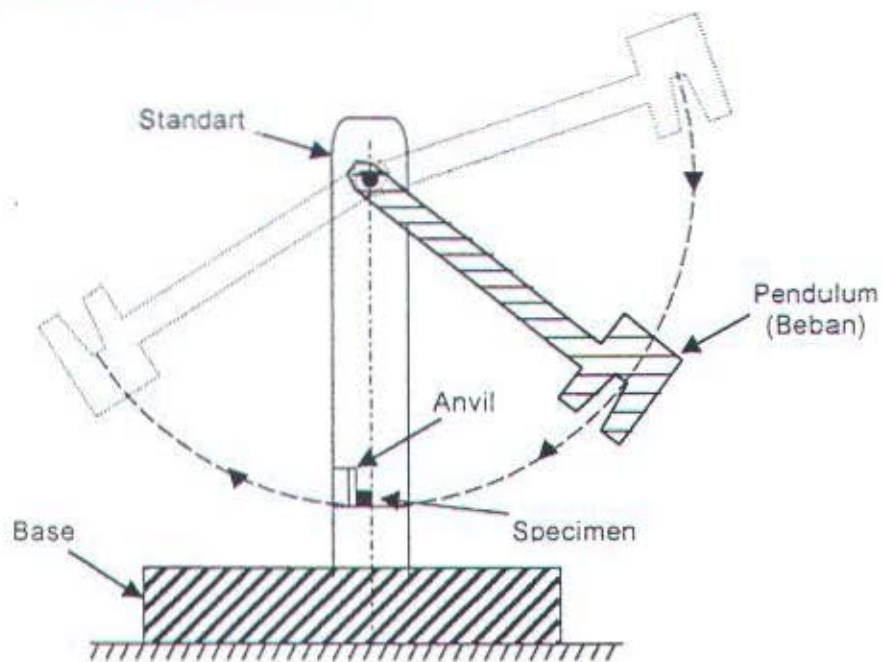
Energi tumbukan dari massa yang bergerak akan diterima benda yang ditabrak bisa dengan beberapa jalan yaitu :

- Melalui perubahan elastis (elastic deformation) dari bagian benda atau sistem yang menerima tumbukan.
- Melalui perubahan plastis (plastic deformation) dari bagian benda.
- Melalui hysteresis effects pada bagian benda tersebut.
- Melalui gaya gesek antara bagian-bagian benda tersebut.
- Melalui pengaruh inersia dari bagian benda yang bergerak.

Untuk mengetahui pengaruh beban tumbukan terhadap material seperti diterangkan diatas, digunakan suatu peralatan yang disebut dengan mesin penghantam (impact machine). Ada beberapa jenis dari mesin penghantam ini, salah satunya adalah *single blow pendulum impact machine*.

Prinsip dari *single blow pendulum impact machine* adalah seperti ditunjukkan gambar 2.3 berikut. Mesin pendulum seperti

gambar dibawah dapat digunakan untuk berbagai kepentingan pengetesan serta material yang berbeda, dimana untuk kepentingan tersebut tingkatan energi kinetik serta kecepatan tangensial yang dibutuhkan berbeda-beda pula.



Gambar 2.3. Sketsa Charpy Impact Machine

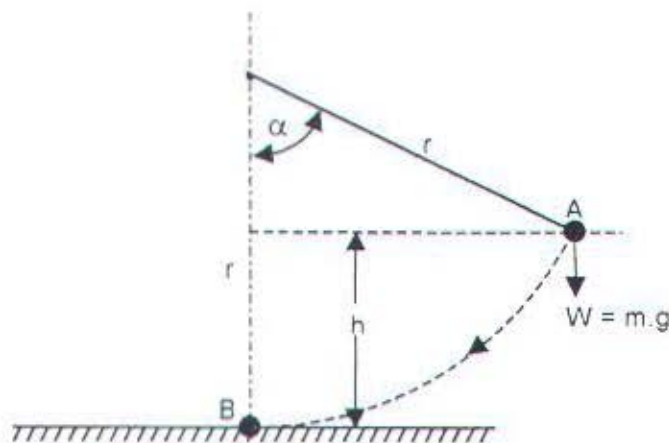
Hal ini dapat dicapai melalui perubahan atau penyesuaian dari tiga hal berikut :

- Radius atau jarak dari pusat massa dengan pusat dari putaran pendulum.
- Massa dari pendulum.
- Posisi dari lengan pendulum sebelum dilepaskan.

Dari ketiga hal diatas, biasanya perubahan atau penyesuaian terhadap radius sangat tidak efisien untuk dilakukan dan biasanya pada mesin-mesin pendulum yang biasa dipakai jarak ini dibuat tetap

(fixed), sehingga perubahan hanya bisa dilakukan dengan dua cara lainnya. (*The Testing of Engineering Material*).

Untuk keperluan percobaan dimana dari fasilitas mesin impact pendulum digunakan sisi pembebanannya saja maka dengan menggunakan prinsip kekekalan energi dan prinsip pendulum dapat dijelaskan dengan gambaran sebagai berikut.



Gambar 2.4. Prinsip pendulum

Energi mekanis total adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial dimana besarnya adalah konstan.

$$\sum E_m = E_k + E_p = \text{konstan} \quad \text{dimana} \quad E_k = \text{Energi Kinetik}$$

$$E_p = \text{Energi Potensial}$$

Untuk pendulum seperti Gambar 2.4 diatas :

- pada saat bandul berada pada posisi A dimana bandul belum dilepaskan dan $v = 0 \text{ m/s}$, maka besarnya energi kinetik adalah

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$\text{dimana } m = \text{massa}$$

$$= 0 \text{ joule}$$

$$v = \text{kecepatan}$$

sedangkan besarnya energi kinetik pada posisi A adalah

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

dimana m = massa

g = perc. gravitasi

$$= 9,806 \text{ m/dt}^2$$

h = ketinggian bandul

maka energi mekanis pada posisi A adalah

$$\sum E_m = 0 + E_p$$

$$\sum E_m = E_p$$

- pada saat bandul berada pada posisi B dimana $h = 0 \text{ m}$, maka besarnya energi kinetik adalah

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

dimana m = massa

v = kecepatan

sedangkan besarnya energi potensial pada posisi A adalah

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

dimana m = massa

$$= 0 \text{ joule}$$

g = perc. gravitasi

$$= 9,806 \text{ m/dt}^2$$

h = ketinggian bandul

maka energi mekanis pada posisi A adalah

$$\sum E_m = E_k + 0$$

$$\sum E_m = E_k$$

Dari kedua posisi diatas dengan memandang bahwa besarnya energi mekanis adalah konstan maka diperoleh bahwa energi kinetik dari pendulum pada saat terjadi tumbukan (posisi B) besarnya sama

dengan energi potensial pendulum pada saat sebelum dilepaskan (posisi A). (*Fisika Universitas*).

$$\sum E_m = E_k = E_p$$

Sedangkan besarnya momentum saat terjadi tumbukan antara pendulum terhadap material specimen pada titik B pada Gambar 2.4. diatas adalah

$$p = m \cdot v$$

dimana m = massa

v = kecepatan

BAB III

KONDISI DI KAPAL

Untuk keperluan pengerjaan tugas akhir ini, dilakukan analisa pada kabel listrik kapal produksi PT. DOK dan PERKAPALAN Surabaya dengan data utama sebagai berikut :

Nama Kapal : KLASHOGUN

Type Kapal : Tanker

Dimensi Utama :

LOA : 105,00 m.

LPP : 99,00 m.

B : 18,80 m.

H : 9,50 m.

T : 6,00 m.

Main Generator : NIGATA, AC 450 V, 3Ø, 60 Hz 312,5 KVA
(3 unit).

Emergency Generator : YANMAR, AC 450 V, 3Ø, 60 Hz 90 KVA

1. Beban Tumbukan di Kapal.

Hampir di semua bagian kapal terdapat kegiatan yang menimbulkan beban mekanis. Dan dari beban mekanis yang ada tersebut sebagian berupa beban tumbukan yang memiliki

kemungkinan untuk dapat mengenai kabel-kabel listrik yang ada di hampir semua bagian kapal, utamanya pada tempat-tempat dimana terdapat kabel-kabel dengan perlindungan minimum. Besarnya beban-beban tersebut berbeda-beda bergantung pada kegiatan yang sedang berjalan.

Guna mempermudah proses percobaan dan analisa serta dengan menyesuaikan dengan kapasitas maksimum mesin impact yang digunakan dalam percobaan, maka dilakukan pembagian dengan 4 (empat) tingkat beban percobaan, dan memulai penghitungan pada beban tingkat yaitu :

1. Tingkat 4.

Beban tingkat 4 ini diambil dari kapasitas maksimal mesin impact yang dipergunakan, yaitu pada sudut maksimal 156° . Besarnya momentum maksimal pada beban tingkat 4 ini adalah sebagai berikut

$$\alpha = \cos^{-1}\left(1 - \frac{E_p}{m \cdot g \cdot r}\right) \quad \text{dimana} \quad \begin{aligned} m &= \text{massa pendulum} = 17,12 \text{ kg} \\ g &= \text{perc. Gravitasi} = 9,806 \text{ m/dt}^2 \\ r &= \text{panjang lengan pendulum} \\ &= 0,916 \text{ m} \\ \alpha &= \text{sudut pembebanan} \end{aligned}$$

- Besarnya energi tumbukan adalah

$$\cos \alpha = 1 - \frac{E_p}{17,12 \cdot 9,806 \cdot 0,916}$$

$$\cos 156^\circ = 1 - \frac{E_p}{153,7769075}$$

$$E_p = (-1 - 0,913545457) \cdot 153,7769075$$

$$E_p = 294,636732 \text{ Joule}$$

Dari dasar teori diketahui bahwa $\sum E_m = E_k = E_p$, sehingga

- Kecepatan tumbukan

$$E_p = E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$294,636732 = 0,5 \cdot 17,12 \cdot v^2$$

$$v^2 = 34,42017897$$

$$v = 5,86687131 \text{ m/dt}$$

- Besarnya momentum beban tingkat 4 adalah

$$p_4 = m \cdot v$$

$$= 17,12 \cdot 5,86687131$$

$$= 100,44 \text{ kg.m/dt}$$

Beban mekanis tumbukan tingkat 4 ini jarang terjadi karena beban tumbukan ini dihasilkan dari kegiatan berat, antara lain beban tumbukan tingkat 4 ini terjadi pada tempat-tempat sebagai berikut :

- Bagian tengah kamar mesin, dimana pada bagian tengah kamar mesin ini saat kegiatan perbaikan masih bisa dijangkau crane dari luar untuk mengangkat serta mengeluarkan dan memasukkan komponen dari engine casing.
- Bagian dek terbuka, dimana pada proses bongkar muat dilakukan bongkar pasang pipa dengan bantuan crane pengangkat.

2. Tingkat 3.

Beban tingkat 3 ini besarnya diambil $\pm 75\%$ dari kapasitas maksimal yang dipergunakan, yaitu pada besar momentum 75 kg.m/dt. Besarnya sudut pembebanan pada beban tingkat 3 ini adalah sebagai berikut

- Kecepatan tumbukan

$$p_3 = m \cdot v = 75 \text{ kg.m/dt}$$

$$v = 75 / 17,12$$

$$v = 4,38 \text{ m/dt}$$

- Besarnya energi tumbukan adalah

$$E_p = E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= 0,5 \cdot 17,12 \cdot 4,382$$

$$E_p = 164,218464 \text{ Joule}$$

- Besarnya sudut pembebanan tingkat 3 adalah

$$\alpha = \cos^{-1} \left(1 - \frac{E_p}{m \cdot g \cdot r} \right)$$

$$= \cos^{-1} \left(1 - \frac{164,218464}{17,12 \cdot 9,806 \cdot 0,916} \right)$$

$$= \cos^{-1} (-0,0679)$$

$$\alpha = 93,9^\circ$$

Beban mekanis tumbukan tingkat 3 ini antara lain terjadi pada tempat-tempat sebagai berikut :

- Bagian tepi dari kamar mesin yang sudah tidak terjangkau crane luar melalui engine casing.
- Platform kamar mesin (2nd deck of engine room).

3. Tingkat 2.

Beban tingkat 2 ini besarnya diambil $\pm 50\%$ dari kapasitas maksimal yang dipergunakan, yaitu pada besar momentum 50 kg.m/dt. Besarnya sudut pembebanan pada beban tingkat 2 ini adalah sebagai berikut

- Kecepatan tumbukan

$$p_2 = m \cdot v = 50 \text{ kg.m/dt}$$

$$v = 50 / 17,12$$

$$v = 2,92 \text{ m/dt}$$

- Besarnya energi tumbukan adalah

$$E_p = E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= 0,5 \cdot 17,12 \cdot 2,92^2$$

$$= 73,01401871 \text{ Joule}$$

- Besarnya sudut pembebanan tingkat 2 adalah

$$\alpha = \cos^{-1} \left(1 - \frac{E_p}{m \cdot g \cdot r} \right)$$

$$= \cos^{-1} \left(1 - \frac{73,01401871}{17,12 \cdot 9,806 \cdot 0,916} \right)$$

$$= \cos^{-1} (0,5251951681)$$

$$\alpha = 58,3^\circ$$

Beban mekanis tumbukan tingkat 2 terjadi pada tempat-tempat dimana terjadi kegiatan maintenance dan perbaikan dengan beban yang cukup ringan, beban mekanis tumbukan tingkat 2 ini antara lain terjadi pada tempat-tempat sebagai berikut :

- Workshop di kamar mesin.

- Emergency Generator Room di poop deck.
- Steering Gear Room di platform kamar mesin.
- Cargo Pump Room.
- Air Conditioning Room di upper deck.

4. Tingkat 1.

Beban tingkat 1 ini besarnya diambil $\pm 25\%$ dari kapasitas maksimal yang dipergunakan, yaitu pada besar momentum 25 kg.m/dt. Besarnya sudut pembebanan pada beban tingkat 1 ini adalah sebagai berikut

- Kecepatan tumbukan

$$p_1 = m \cdot v = 25 \text{ kg.m/dt}$$

$$v = 25 / 17,12$$

$$v = 1,46 \text{ m/dt}$$

- Besarnya energi tumbukan adalah

$$E_p = E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= 0,5 \cdot 17,12 \cdot 1,462$$

$$= 18,25350468 \text{ Joule}$$

- Besarnya sudut pembebanan adalah

$$\alpha = \cos^{-1} \left(1 - \frac{E_p}{m \cdot g \cdot r} \right)$$

$$= \cos^{-1} \left(1 - \frac{18,25350468}{17,12 \cdot 9,806 \cdot 0,916} \right)$$

$$= \cos^{-1} (0,881298792)$$

$$\alpha = 28,2^\circ$$

Beban mekanis tumbukan tingkat 1 terjadi hampir di semua tempat, dimana beban tingkat 1 ini terjadi akibat aktifitas manusia (kru kapal) sehari-hari dengan beban yang ringan. Beban mekanis tumbukan tingkat 1 ini yang paling memungkinkan untuk terjadi antara lain pada tempat-tempat sebagai berikut :

- Engine Control Room di kamar mesin.
- Cargo Control Room di poop deck.
- Wheel House di navigation deck.
- Battery Changer Room.
- Freezer Room, dsb.

Selain keempat tingkatan beban tumbukan mekanis diatas sebenarnya masih ada beban-beban lainnya yang bekerja di atas kapal. Untuk beban yang lebih kecil dari beban tingkat 1 dapat diabaikan karena dianggap tidak akan merusak kabel seandainya terjadi tumbukan. Sedangkan untuk berat yang lebih berat dari tingkat 4 diatas, seperti saat memasukkan dan mengeluarkan motor induk dari kamar mesin, demikian pula dengan pemasukan dan pengeluaran generator dari kamar mesin, beban-beban dengan tingkatan tersebut tidak dibahas karena hal ini sangat jarang sekali terjadi kecuali pada saat-saat tertentu saja seperti penggantian mesin-mesin tersebut, overhaul ataupun rekonstruksi kamar mesin.

2. Kabel Listrik Yang Dipakai.

Sebagian besar kabel yang dipakai pada tanker

"KLASHOGUN" ini berasal dari satu produsen (merk Kukdong) guna mempermudah pengadaannya. Sedangkan kabel-kabel lainnya adalah kabel tambahan untuk keperluan khusus yang biasanya disuplai oleh produsen pembuat peralatan yang memakai kabel khusus tersebut, dan selebihnya lagi adalah kabel tambahan, yang kadang memanfaatkan sisa kabel yang masih tersedia di PT. DOK dan PERKAPALAN Surabaya.

Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan percobaan terbatas pada beberapa jenis kabel saja yang dipakai di kapal KLASHOGUN. Hal ini dikarenakan hanya jenis-jenis tersebut yang dapat diperoleh dari sumber yaitu dari PT. DOK dan PERKAPALAN Surabaya. Adapun jenis-jenis kabel yang akan dipergunakan tersebut dapat dilihat pada lampiran 1.

3. Perlindungan Terhadap Kabel Listrik Kapal.

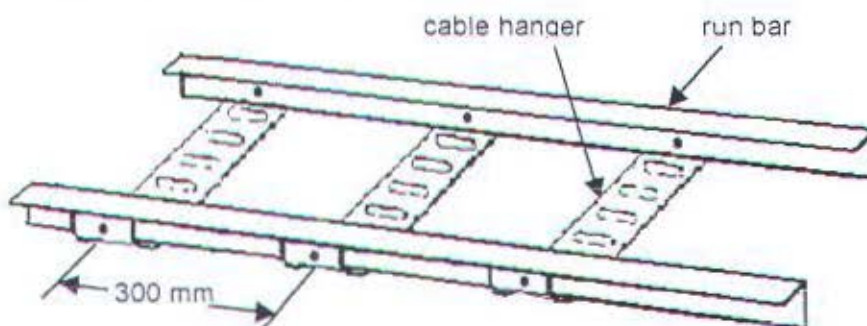
A. Cable Way.

Sebenarnya dalam proses pemasangan instalasi kabel suatu kapal, kabel-kabel tersebut diberi jalur khusus berupa *cable way* yang berfungsi agar kabel-kabel tersebut teratur serta mempermudah pada saat perawatan serta perbaikannya. Demikian halnya pada kapal tanker KLASHOGUN. Secara tidak langsung *cable way* ini juga berfungsi memberi perlindungan pada kabel dari faktor mekanis, tetapi fungsi sebagai pelindung kabel ini kurang

sempurna dikarenakan struktur bentuk dari *cable way* tersebut. (terlihat pada lampiran 2 - lampiran 4).

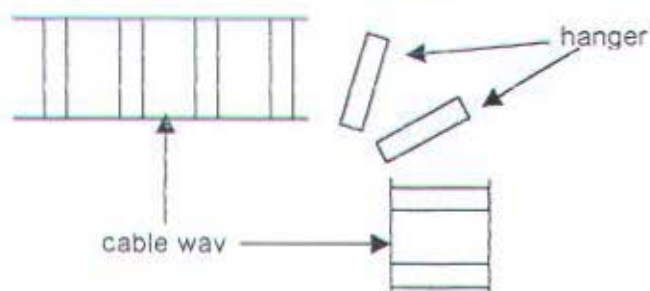
Beberapa kelemahan *cable way* sebagai pelindung kabel listrik di kapal yang dipakai di kapal tanker KLASHOGUN adalah sebagai berikut :

- Jarak standar antar hanger pada *cable way* tersebut adalah 300 mm. Dalam jarak ini masih sangat memungkinkan untuk terjadi kecelakaan, dimana suatu bagian barang atau peralatan dengan ukuran besar masih dapat menembus *cable way* tersebut, seperti diperlihatkan pada sketsa berikut.



Gambar 3.1. Sketsa "cable way".

- *Cable way* yang digunakan tidak memiliki bagian untuk belokan sehingga pada setiap belokan *cable way* tersebut dipasang beberapa *hanger*, seperti sketsa di bawah.



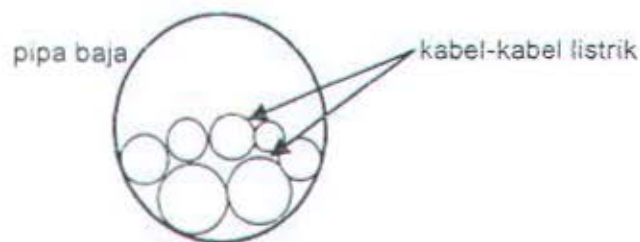
Gambar 3.2. Sketsa bentuk belokan "cable way".

Kelemahan-kelemahan tersebut diatas tidak sepenuhnya terjadi pada semua bagian kapal, dimana pada bagian-bagian akomodasi kapal seperti pada ruangan kabin kru kapal, ruang makan, ruang santai, gangway, dan ruang-ruang akomodasi lainnya, cable way ini berada pada bagian atas plafon sehingga tidak terlihat dan lebih aman dari gangguan. Penempatan cable way di atas plafon ini juga berfungsi untuk keindahan dan kenyamanan kru kapal.

Selain dengan memanfaatkan *cable way* sebagai pelindung kabel, jaringan kabel pada kapal tanker KLASHOGUN ini juga memanfaatkan jenis pelindung kabel lainnya seperti pipa baja dan baja profil siku.

B. Pipa baja.

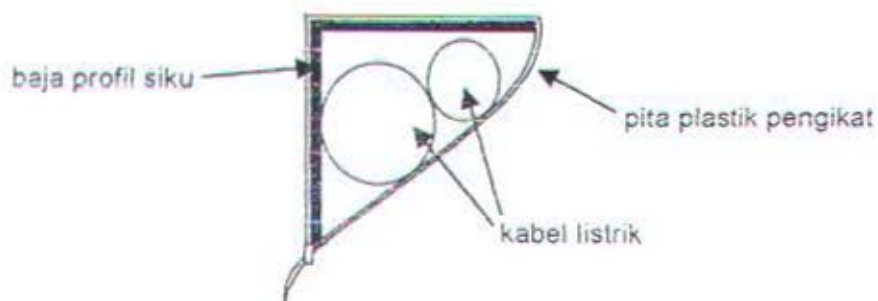
Pipa baja sebagai pelindung kabel listrik pada kapal tanker KLASHOGUN dipakai hanya pada bagian deck terbuka, yaitu untuk melindungi kabel yang melintas sepanjang deck terbuka. Hal ini dikarenakan pada bagian tersebut seringkali terjadi kegiatan berat yang dapat membahayakan kabel, serta melindungi kabel dari kondisi udara terbuka dan air laut yang bersifat merusak. Pipa yang dipakai adalah pipa yang umum dipakai di pasaran dengan bahan baja galvanis.



Gambar 3.3. Penampang pipa baja pelindung kabel.

C. Baja profil siku.

Sedangkan baja profil siku digunakan untuk perlindungan kabel terutama di kamar mesin. Baja profil siku ini digunakan untuk melindungi kabel yang cukup pendek yang berada pada bagian lantai ruangan yang sering dilewati orang agar tidak tersangkut dan terinjak. Baja profil siku ini hanya digunakan untuk jumlah kabel yang sangat terbatas dikarenakan ukuran profil ini juga kecil. Panjang baja profil siku ini tidak seragam, disesuaikan dengan kebutuhan. Sedangkan bentuk penampang melintangnya adalah sebagai berikut



Gambar 3.4. Baja profil siku sebagai pelindung kabel listrik

Beberapa kelemahan berkaitan dengan kemungkinan terjadinya kecelakaan yang menimpa kabel listrik kapal adalah :

- Kabel-kabel listrik yang melewati dinding ataupun penyangga platform di kamar mesin dalam posisi vertikal sebagian besar sangat minim perlindungannya, kabel tersebut hanya diikat dengan pita pengikat plastik.
- Kabel-kabel pendek dikamar mesin sebagian besar tidak memiliki perlindungan sama sekali, seperti kabel-kabel penghubung komponen dan starternya.

BAB IV

PENGUJIAN

Pengujian yang akan dilaksanakan dalam tugas akhir ini secara umum meliputi tiga bagian/tahapan yaitu :

- Pengukuran tahanan isolasi dari material contoh (spesimen) sebelum dikenai pembebanan mekanis.
- Pemberian beban mekanis dengan menggunakan mesin impact sebagai pembeban terhadap material contoh, dengan mengacu pada besarnya beban (sudut pembebanan) yang telah ditentukan.
- Pengukuran tahanan isolasi kembali dari material contoh (spesimen) setelah dikenai pembebanan mekanis.

Ketiga tahapan pengujian diatas dilakukan secara berurutan dengan variasi beberapa jenis kabel yang diperoleh, dan untuk masing-masing jenis kabel dilakukan pengujian dengan 4 (empat) tingkat pembebanan yang telah ditentukan sebelumnya dengan empat macam (spesimen) yang sama. Masing-masing spesimen panjangnya ditentukan 5 mm mengacu pada panjang standar spesimen untuk uji impact, sedangkan panjang tumpuan kedua ujung kabel spesimen pada mesin impact adalah ± 45 mm.

1. Pengukuran tahanan isolasi dari material contoh (spesimen) sebelum dikenai pembebanan mekanis.

Pada pengukuran tahanan isolasi ini tiap-tiap material contoh diukur besar tahanan isolasinya dengan langkah sebagai berikut :

1. Menghubungkan kedua terminal testing dari megger yang berupa penjepit (gigi buaya), dengan masing-masing konduktor yang berbeda dari kabel tersebut.
2. Memutar engkol megger hingga dicapai kecepatan yang cukup dan stabil.
3. Setelah skala penunjuk besarnya tahanan isolasi tidak bergerak lagi (stabil), kemudian mengamati besarnya skala pada megger dan mencatatnya.
4. Untuk kabel-kabel dengan jumlah intinya hingga empat inti, juga dilakukan pengukuran tahanan isolasi antara masing-masing inti konduktor dengan inti konduktor lainnya.
5. Sedangkan untuk kabel dengan jumlah inti lebih dari empat inti, pengukuran tahanan dilakukan terhadap empat inti terdekat dengan bagian kabel yang mengalami tumbukan dengan pertimbangan bagian tersebut paling besar menerima beban mekanis.
6. Pengukuran tahanan isolasi juga dilakukan terhadap armour dengan masing-masing inti yang telah diukur tahanan isolasinya.

2. Pemberian beban mekanis terhadap material contoh.

Setelah masing-masing material contoh (spesimen) diukur tahanan isolasinya, kemudian material tersebut dikenai pembebanan mekanis dengan langkah sebagai berikut :

1. Memasang material contoh (spesimen) tersebut pada anvil (tumpuan) dari mesin penghantam (impact machine) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.
2. Mengangkat beban (pendulum) dengan besar sudut yang telah disesuaikan dengan beban yang akan diberikan pada masing-masing material contoh (spesimen) tersebut. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4. besarnya sudut pembebanan adalah sebagai berikut

bila

$$h = r (1 - \cos \alpha) \quad \text{dan} \quad E_k = E_p = m \cdot g \cdot h$$

maka

$$\frac{E_p}{m \cdot g} = r (1 - \cos \alpha) \quad \text{atau}$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left(1 - \frac{E_p}{m \cdot g \cdot r} \right)$$

Dengan E_p (energi potensial), m (massa pendulum), g (percepatan gravitasi bumi) dan r (panjang lengan pendulum) diketahui maka α dapat dihitung

3. Melepaskan beban (pendulum) tersebut pada besar sudut yang telah ditentukan.

4.3. Pengukuran tahanan isolasi dari material contoh (spesimen) setelah dikenai pembebanan mekanis.

Pengukuran tahanan isolasi dari material contoh (spesimen) setelah diberi pembebanan mekanis, langkah-langkahnya sama dengan langkah pada pengukuran tahanan isolasi sebelum pembebanan mekanis pada Sub bab 4.1.

Hasil pengujian tahanan isolasi baik sebelum dan setelah pembebanan mekanis secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 8 hingga lampiran 31.

BAB V

ANALISA HASIL PERCOBAAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, berikut ini adalah analisa terhadap data-data yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut. Analisa yang dilakukan meliputi kemampuan armour menahan beban mekanis yang diberikan dikaitkan dengan penempatan kabel tersebut pada ruangan di kapal seperti pada lampiran halaman 5 - 7, serta ditinjau dari struktur kabel tersebut.



5.1. 660 V TPYCY 2,0 SQMM x 3C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 8-9 terlihat bahwa :

- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar ketiga inti kabel tersebut hingga beban tingkat 2. Pada beban tingkat 3 dan 4 terjadi penurunan ($\pm 20 \text{ M}\Omega$) tahanan isolasi antar intinya.
- Secara umum kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antara ketiga inti kabel tersebut dengan armournya walaupun terlihat kecenderungan untuk terjadi sedikit penurunan.

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Dengan adanya lapisan PVC sebagai selungkup pelindung (Protective covering) pada bagian luar armournya, kabel tersebut secara umum menjadi lebih lentur dan liat sehingga lebih tahan menerima beban mekanis dibandingkan bila tidak memiliki selungkup pelindung PVC.
- Kabel tersebut dapat dipergunakan dengan cukup aman di tempat-tempat dengan beban hingga tingkat 4. Tetapi untuk lebih menjamin keamanannya sebaiknya digunakan di tempat-tempat dengan beban maksimum tingkat 2.
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap cukup untuk melindungi kabel tersebut dengan memperhatikan penempatan kabel pada lokasi dengan beban hingga tingkat 2 serta perlindungan yang cukup memadai untuk kabel tersebut bila akan dipakai pada lokasi dengan beban melebihi tingkat 2.

2. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 7C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 10-11 terlihat bahwa :

- Secara umum kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 3. Pada beban tingkat 4 terjadi sedikit penurunan tahanan isolasi ($\pm 20 \text{ M}\Omega$).

- Secara umum kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antara ketiga inti kabel tersebut dengan armournya kecuali pada beban tingkat 4 terjadi sedikit penurunan.

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan diameter nominal keseluruhan 14,6 mm ini tergolong cukup kecil sehingga memiliki tingkat kelenturan yang lebih sehingga memiliki nilai lebih dalam kemampuan menerima beban mekanis.
- Kabel tersebut dapat dipergunakan dengan cukup aman di tempat-tempat dengan beban hingga tingkat 4. Tetapi untuk lebih menjamin keamanannya sebaiknya digunakan di tempat-tempat dengan beban maksimum tingkat 3. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 5, maka :
 - Kabel ini cukup aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya yaitu di Tepi Kamar Mesin (tingkat 3), Platform (tingkat 3) serta di AC Room (tingkat 2).
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap cukup untuk melindungi kabel tersebut dengan memperhatikan penempatan kabel pada lokasi dengan beban hingga tingkat 3 serta perlindungan yang cukup memadai untuk kabel tersebut bila akan dipakai pada lokasi dengan beban melebihi tingkat 3.

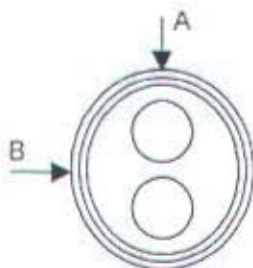
3. 660 V DPYC 5,5 SQMM x 2C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 12-13 terlihat bahwa :

- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 3. Pada beban tingkat 4 terjadi sedikit penurunan tahanan isolasi antar intinya ($\pm 20 \text{ M}\Omega$).
- Kabel mengalami penurunan tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya yang cukup berarti ($\pm 30 \text{ M}\Omega$) pada beban mekanis tingkat 3, terutama pada inti kabel yang paling dekat dengan sisi kabel yang menerima beban mekanis. Sedangkan pada kabel dengan beban mekanis tingkat 4 terjadi penurunan tahanan isolasi yang lebih besar ($\pm 50 \text{ M}\Omega$).

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan jumlah inti dua buah ini memiliki kekurangan dari segi strukturnya yang menyebabkan tidak meratanya kemampuan menahan beban mekanis. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 5.1. Sketsa Penampang Kabel Dua Inti

Pada sketsa diatas bila beban mekanis dikenakan dari atas (A) maka tingkat kerusakan yang terjadi akan lebih besar daripada bila beban mekanis dikenakan dari samping (B). Sehingga terjadi kecenderungan bahwa kerusakan lebih parah terjadi bila beban yang mengenai kabel tersebut searah dengan diagonal antara kedua inti kabel, dibandingkan bila datangnya beban mekanis arahnya melintang dengan diagonal antara kedua inti kabel tersebut

- Kabel tersebut dapat dipergunakan dengan cukup aman di tempat-tempat dengan beban mekanis hingga tingkat 2, dengan tidak menutup kemungkinan untuk dipakai pada tempat-tempat dengan beban mekanis tingkat 3 dengan tambahan pelindung kabel yang memadai. Tetapi kabel ini tidak layak dipakai pada tempat-tempat dengan beban mekanis tingkat 4. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 5, maka :

- Kabel ini cukup aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya yaitu di Emergency Genset Room (tingkat 2) dan Wheel House (tingkat 1).
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap cukup untuk melindungi kabel tersebut dengan memperhatikan penempatan kabel pada lokasi dengan beban hingga tingkat 2.

4. 660 V DPYC 8,0 SQMM x 2C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 14-15 terlihat bahwa :

- Kabel relatif tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 4.
- Kabel mengalami penurunan tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya yang cukup berarti ($\pm 30 \text{ M}\Omega$) dari beban mekanis tingkat 1 hingga tingkat 4, terutama pada inti kabel yang paling dekat dengan sisi kabel yang menerima beban mekanis.

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan jumlah inti dua buah ini memiliki kekurangan dari segi strukturnya yang menyebabkan tidak meratanya kemampuan menahan beban mekanis.
- Kabel dengan diameter inti yang cukup besar sebaiknya diberikan kawat penyusun armour yang lebih besar dan kuat untuk mengatasi kekurangan diatas, agar lebih mampu menahan beban mekanis.
- Kabel tersebut tidak aman untuk dipergunakan di semua tempat dikarenakan terjadi penurunan tahanan isolasi yang cukup tinggi. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 5, maka :

- Kabel ini tidak aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di tepi kamar mesin (tingkat 3), Emergency Genset Room (tingkat 2), Engine Control Room (tingkat 1) dan Batt. Chg. Room (tingkat 1).
- Untuk pemakaian kabel ini dengan aman maka diperlukan pelindung yang cukup baik agar kabel ini dapat terlindungi dari beban mekanis yang mungkin mengenainya, tetapi untuk pemakaian kabel yang tidak mengalami grounding pada armournya (agar tidak terjadi kebocoran arus listrik melalui armournya) kabel ini aman untuk dipakai pada lokasi dengan beban mekanis hingga tingkat 4.
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut.

5.5. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 12C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 16-17 terlihat bahwa :

- Kabel relatif tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 4.
- Kabel mengalami penurunan tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya yang cukup besar ($\pm 50 \text{ M}\Omega$) dari beban mekanis tingkat 1 hingga tingkat 4.

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan jumlah inti yang cukup banyak biasanya memiliki ketebalan isolasi yang relatif lebih tipis dibanding dengan kabel yang jumlah intinya sedikit.
- Kabel dengan diameter nominal luar (nominal outer diameter) yang cukup besar biasanya bersifat lebih kaku daripada kabel dengan diameter nominal luar yang kecil, sehingga hal ini akan membuat kabel tersebut menjadi lebih kaku dan berakibat lebih mudah rusak bila menerima beban mekanis.
- Kabel tersebut tidak aman untuk dipergunakan hampir di semua tempat dikarenakan terjadi penurunan tahanan isolasi yang cukup tinggi. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 6, maka :
 - Kabel ini tidak aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Platform (tingkat 3), Steering Gear Room (tingkat 2), AC Room (tingkat 2) dan pada Wheel House (tingkat 1).
- Untuk pemakaian kabel ini dengan aman maka diperlukan pelindung yang cukup baik agar kabel ini dapat terlindungi dari beban mekanis yang mungkin mengenainya, sedangkan untuk pemakaian kabel yang tidak mengalami grounding pada

- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut dan diperlukan kawat penyusun armour yang lebih besar dan kuat agar lebih mampu menahan beban mekanis.

- Kabel dengan diameter nominal luar (nominal outer diameter) yang cukup besar biasanya bersifat lebih kaku daripada kabel dengan diameter nominal luar yang kecil, sehingga hal ini akan

membuat kabel tersebut menjadi lebih kaku dan berakibat lebih mudah rusak bila menerima beban mekanis.

- Kabel tersebut tidak aman untuk dipergunakan pada tempat dengan beban mekanis lebih dari tingkat 1 dikarenakan terjadi penurunan tahanan isolasi yang cukup besar. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 6, maka :
 - Kabel ini aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Cargo Control Room (tingkat 1) dan Freezer Room (tingkat 1).
 - Kabel ini tidak aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Tepi Kamar Mesin (tingkat 3), Steering Gear Room (tingkat 2) dan AC Room (tingkat 2)
- Untuk pemakaian kabel ini dengan aman maka diperlukan pelindung yang cukup baik agar kabel ini dapat terlindungi dari beban mekanis yang mungkin mengenainya, dan kabel ini juga bisa untuk pemakaian kabel yang tidak mengalami grounding pada armournya pada lokasi dengan beban mekanis hingga tingkat 4.
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut dan diperlukan kawat penyusun armour yang lebih besar dan kuat agar lebih mampu menahan beban mekanis.

5.7. 250 V DPYC 3,5 SQMM x 2C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 20-21 terlihat bahwa :

- Kabel relatif tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 3, tetapi mengalami sedikit penurunan pada beban tingkat 4.
- Tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya tidak mengalami penurunan pada beban tingkat 1, tetapi pada beban tingkat 2 hingga tingkat 4 terjadi penurunan tahanan isolasi inti terhadap armour kabel yang cukup besar ($\pm 30 \text{ M}\Omega$).

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan jumlah inti dua buah ini memiliki kekurangan dari segi strukturnya yang menyebabkan tidak meratanya kemampuan menahan beban mekanis.
- Kabel tersebut tidak aman untuk dipergunakan pada tempat dengan beban mekanis lebih dari tingkat 1 dikarenakan terjadi penurunan tahanan isolasi yang cukup besar. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 6, maka :
 - Kabel ini aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Engine Control Room (tingkat 1) dan Wheel House (tingkat 1).

- Kabel ini tidak aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Tengah Kamar Mesin (tingkat 4), Platform (tingkat 3) dan Emergency Genset Room (tingkat 2).
- Kabel ini cukup aman untuk pemakaian kabel yang tidak mengalami grounding pada armournya pada lokasi dengan beban mekanis hingga tingkat 3.
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut dan diperlukan kawat penyusun armour yang lebih besar dan kuat agar lebih mampu menahan beban mekanis.

5.8. 250 V MPYCS 1,25 SQMM x 5C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 22-23 terlihat bahwa :

- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 4.
- Kabel sedikit mengalami penurunan tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya hingga beban tingkat 2. Penurunan yang lebih besar terjadi pada beban tingkat 3 dan tingkat 4 ($\pm 30 \text{ M}\Omega$).

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan jenis common shield ini, yang menggunakan tambahan shield braid untuk melindungi semua inti kabel menjadi satu, akan menjadikan inti kabel ini lebih terlindung secara mekanis tetapi akan membuat kabel secara keseluruhan menjadi lebih kaku sehingga kemampuan mengatasi beban mekanis yang diterima akan menurun.
- Kabel tersebut tidak aman untuk dipergunakan pada semua tempat di kapal dikarenakan terjadi penurunan tahanan isolasi yang cukup besar pada setiap tingkatan beban. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 7, maka :
 - Kabel ini tidak aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Tepi Kamar Mesin (tingkat 3) dan Cargo Control Room (tingkat 1).
- Untuk pemakaian kabel ini dengan aman maka diperlukan pelindung yang cukup baik agar kabel ini dapat terlindungi dari beban mekanis yang mungkin mengenainya, dan kabel ini juga bisa untuk pemakaian kabel yang tidak mengalami grounding pada armournya pada tempat dengan beban mekanis hingga tingkat 4.
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut dan diperlukan kawat penyusun armour yang lebih besar dan kuat agar lebih mampu menahan beban mekanis.

5.9. 660 V TPYC 2,0 SQMM x 3C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 24-25 terlihat bahwa :

- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar ketiga inti kabel tersebut.
- Tahanan isolasi antara ketiga inti kabel tersebut dengan armour kabel tidak mengalami penurunan hingga beban tingkat 2. Tetapi pada beban tingkat 3 dan 4 terjadi sedikit penurunan ($\pm 20 \text{ M}\Omega$).

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel tersebut dapat dipergunakan dengan cukup aman di tempat-tempat dengan beban hingga tingkat 2. Sehingga bila ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 7, maka :
 - Kabel ini cukup aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Engine Control Room (tingkat 1), Steering Gear Room (tingkat 2) dan Workshop (tingkat 2).
 - Kabel ini tidak aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Tengah Kamar Mesin (tingkat 4).
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut dengan adanya pemakaian kabel pada lokasi dengan beban hingga tingkat 4.

10. 250 V DPYC 1,25 SQMM x 2C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 26-27 terlihat bahwa :

- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar kedua inti kabel tersebut.
- Tahanan isolasi antara kedua inti kabel tersebut dengan armour kabel tidak mengalami penurunan hingga beban tingkat 2. Tetapi pada beban tingkat 3 dan 4 terjadi penurunan ($\pm 30\text{M}\Omega$).

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan diameter nominal keseluruhan 11,0 mm ini tergolong cukup kecil sehingga memiliki tingkat kelenturan yang lebih sehingga memiliki nilai lebih dalam kemampuan menerima beban mekanis.
- Tetapi dilain sisi kabel dua inti ini memiliki kekurangan dari segi strukturnya yang menyebabkan tidak meratanya kemampuan menahan beban mekanis, sehingga terjadi kecenderungan bahwa kerusakan lebih parah terjadi bila beban yang mengenai kabel tersebut searah dengan diagonal antara kedua inti kabel, dibandingkan bila datangnya beban mekanis arahnya melintang dengan diagonal antara kedua inti kabel tersebut.
- Kabel tersebut dapat dipergunakan dengan cukup aman di tempat-tempat dengan beban hingga tingkat 2. Sehingga bila

ditinjau sesuai dengan lokasi penempatannya seperti diperlihatkan pada lampiran halaman 7, maka :

- Kabel ini cukup aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Engine Control Room (tingkat 1), Wheel House (tingkat 1) dan pada AC Room (tingkat 2).
- Kabel ini tidak aman bila dipakai pada lokasi pemakaiannya di kapal yaitu di Tepi Kamar Mesin (tingkat 3) dan Tengah Kamar Mesin (tingkat 4).
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut dengan memperhatikan adanya pemakaian kabel pada lokasi dengan beban mekanis tingkat 3 dan tingkat 4.

11. 250 V FMPYC 1,25 SQMM x 23C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 28-29 terlihat bahwa :

- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 4.
- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya hingga beban mekanis tingkat 3, pada beban mekanis tingkat 4 kabel ini mengalami penurunan tahanan isolasi yang relatif kecil.

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel dengan diameter nominal luar (nominal outer diameter) yang lebih besar biasanya memiliki lapisan sheat yang lebih tebal pula, hal ini memberikan perlindungan yang lebih kuat pada bagian dalam kabel.
- Kabel tersebut aman untuk dipergunakan hampir di semua tempat di kapal dengan beban mekanis hingga tingkat 3, tetapi dengan sedikit tambahan perlindungan terhadap kabel untuk lebih menjamin keamanan, kabel ini dapat dipakai pada semua tempat di kapal hingga beban tingkat 4.
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap cukup untuk melindungi kabel tersebut.

12. 250 V TTYCS 1,25 SQMM x 4C.

Berdasarkan hasil percobaan yang diperoleh dari keadaan sebelum dan setelah mengalami pembebanan mekanis hingga beban tingkat 4 pada lampiran halaman 30-31 terlihat bahwa :

- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga beban tingkat 4.
- Kabel tidak mengalami penurunan tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya hingga beban tingkat 2. Tetapi kabel ini mengalami penurunan tahanan isolasi cukup besar yang terjadi pada beban tingkat 3 dan tingkat 4 ($\pm 40 \text{ M}\Omega$).

Dari kondisi hasil percobaan tersebut diatas dapat diperoleh beberapa hal yang patut diperhatikan, yaitu :

- Kabel untuk telephone dan instrumentasi dengan jenis common shield ini, memiliki empat pasang inti yang total terdiri atas delapan inti, menggunakan tambahan shield braid untuk melindungi semua inti kabel menjadi satu, akan menjadikan inti kabel ini lebih terlindung secara mekanis tetapi akan membuat kabel secara keseluruhan menjadi lebih kaku sehingga kemampuan mengatasi beban mekanis yang diterima akan menurun.
- Kabel tersebut cukup aman untuk dipergunakan pada tempat di kapal dengan beban mekanis hingga tingkat 2, sedangkan untuk tempat-tempat dengan beban mekanis mencapai tingkat 3 dan tingkat 4 tidak aman.
- Kabel ini aman digunakan untuk pemakaian kabel yang tidak mengalami grounding pada armournya pada lokasi dengan beban hingga tingkat 4.
- Untuk kabel tipe ini kekuatan armour yang dipakai dianggap tidak cukup untuk melindungi kabel tersebut dan diperlukan kawat penyusun armour yang lebih besar dan kuat agar lebih mampu menahan beban mekanis.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan.

Setelah melakukan analisa terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu antara lain :

1. Secara umum isolasi inti kabel-kabel listrik yang telah dianalisa tidak mengalami kerusakan berarti yang dapat menurunkan tahanan isolasi antar inti-inti kabel tersebut hingga menjadi tidak aman dipakai pada lokasinya.
2. Sebagian besar penurunan tahanan isolasi antara inti kabel dengan armournya dialami kabel-kabel yang telah dianalisa. Hal ini bisa terjadi akibat beberapa sebab :
 - Kurang tepatnya pemakaian kabel tersebut pada lokasi dimana kabel tersebut kurang mampu menahan beban mekanis berupa tumbukan yang mungkin terjadi pada lokasi kabel itu terpasang.
 - Kurang memadainya kekuatan dari armour (steel wire braid) yang menjadi pelindung luar kabel tersebut, sehingga hal ini menyebabkan terjadinya kerusakan lapisan sheat di bawah armour tersebut pada saat kabel menerima beban mekanis

pada lokasi penempatannya, hingga terjadi penurunan tahanan isolasi yang cukup besar antara inti kabel dan armournya.

- Bentuk dan susunan lapisan kabel yang merugikan dari segi keamanan pemakaian kabel tersebut.

3. Semua kabel yang telah dianalisa sebenarnya cukup aman dipakai dengan adanya persyaratan khusus yaitu kabel tersebut dipakai untuk keperluan tertentu dimana tidak diperlukan grounding pada armournya, hal ini untuk menghindari terjadinya kebocoran arus yang akan hilang bila kabel di groundingkan.



2. Saran.

Dengan memperhatikan kesimpulan yang tersebut diatas maka ada beberapa saran yang dirasakan dapat menyempurnakan hasil kesimpulan diatas, antara lain :

1. Perlunya dilakukan pemilihan kabel yang sesuai untuk dipakai pada suatu lokasi di kapal, dengan mempertimbangkan besarnya tingkatan beban mekanis (tumbukan) yang terjadi pada lokasi tersebut. Hal ini ditujukan untuk menghindari resiko terjadinya kerusakan kabel akibat beban mekanis tersebut hingga dapat menurunkan tingkat keamanan pemakaian kabel tersebut.
2. Perlu dibuatnya kabel dengan tipe sama tetapi dengan pilihan kekuatan armour yang lebih kuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penentuan pemakaian kabel pada lokasi-lokasi di

kapal dengan tingkat beban mekanis tertentu agar menjamin keamanan pengoperasian kabel tersebut.

3. Perlu dilakukannya pengamanan dan perlindungan kabel secara lebih baik dengan memaksimalkan pemakaian cable way dengan cara memperpendek jarak antar hanger penyusunnya untuk kabel-kabel yang melalui bagian atas ruangan, dengan memberi perlindungan menggunakan pipa besi pada kabel-kabel dengan posisi vertikal (utamanya di kamar mesin), memberi perlindungan terhadap kabel-kabel pendek yang banyak di pakai di kamar mesin.

DAFTAR PUSTAKA

Marine Electrical Practice, G.O. Watson, Ceng, FIEE, FeIIEEE, FIMarE,
Butterworth, London 1990.

Alat-Alat Ukur Listrik, Drs. Sumanto, MA., ANDI Yogyakarta 1996.

Fisika Universitas Jilid I, Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D.
Young, Erlangga Jakarta 1991.

The Testing of Engineering Materials 4th Edition, Harmer E. Davis,
George Earl Troxell, George F.W. Hauck, McGraw-Hill Int. Book
Company.

Marine Japanese Industrial Standards, 1989, Electrics Appliances &
Navigation Instruments, Marine Standards Association (JMSA).

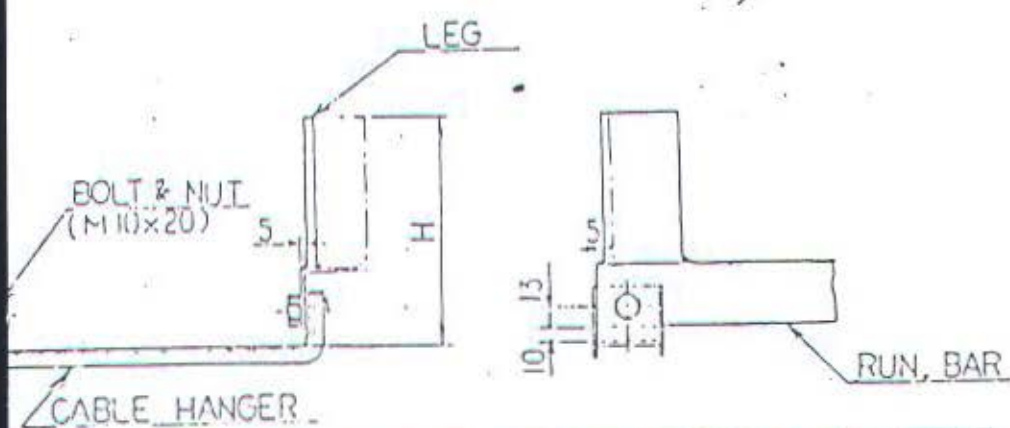
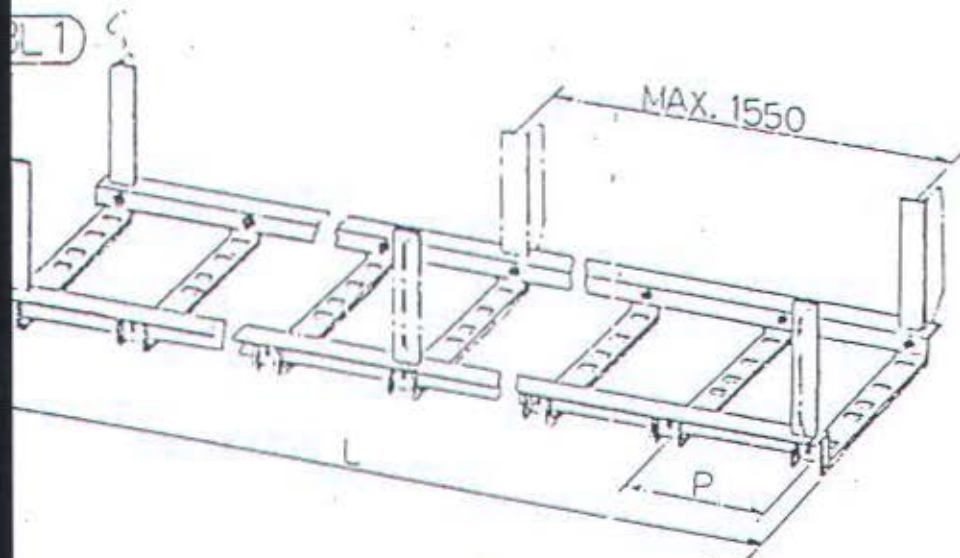
Diktat Rumus-rumus, Contoh Soal, Soal-soal FISIKA II, Dosen-Dosen
Fisika, FMIPA-ITS, 1997.

Rules For The Classification And Construction of Seagoing Ships,
Volume IV, Rules For Electrical Installations, Biro Klasifikasi Indonesia,
1996.

Studi Pemilihan Kabel Pada Kapal Pax-500, Irawan, 1999.

Tabel Jenis dan Fungsi Kabel

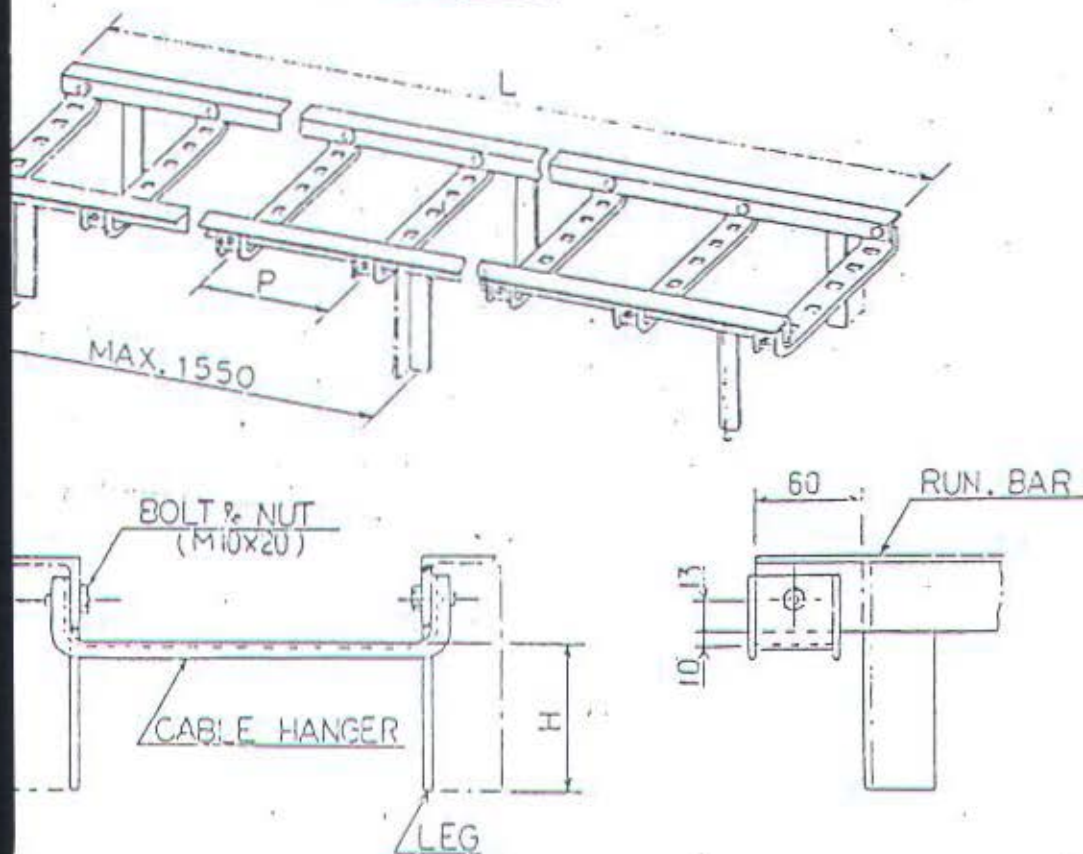
No Kabel	Jenis Kabel	Jumlah Inti	Jumlah & Diameter Kawat Penyusun Inti (mm)	Diameter Inti (mm)	Tebal Isolasi (mm)	Tebal Sheat (mm)	Diameter Bagian Luar Sheat (mm)	Diameter Luar Nominal (mm)	Fungsi Kabel
1	660 V TPYCY 2,0 SQMM x 3C	3	7/0,6	1,8	1,0	1,2	12,0	16,0	Power
2	250 V MPYC 1,25 SQMM x 7C	7	7/0,45	1,35	0,8	1,2	13,0	14,6	Control & Signal
3	660 V DPYC 5,5 SQMM x 2C	2	7/1,0	3,0	1,1	1,3	14,3	15,9	Power
4	660 V DPYC 8,0 SQMM x 2C	2	7/1,2	3,6	1,2	1,3	15,9	17,5	Power
5	250 V MPYC 1,25 SQMM x 12C	12	7/0,45	1,35	0,8	1,4	17,2	18,8	Control & Signal
6	250 V MPYC 1,25 SQMM x 5C	5	7/0,45	1,35	0,8	1,2	11,9	13,5	Control & Signal
7	250 V DPYC 3,5 SQMM x 2C	2	7/0,8	2,4	0,9	1,2	12,1	13,7	Power
8	250 V MPYCS 1,25 SQMM x 5C	5	7/0,45	1,35	0,8	1,2	12,6	14,2	Control & Signal
9	660 V TPYC 2,0 SQMM x 3C	3	7/0,6	1,8	1,0	1,2	12,0	13,6	Power
10	250 V DPYC 1,25 SQMM x 2C	2	7/0,45	1,35	0,8	1,1	9,4	11,0	Power
11	250 V FMPYC 1,23 SQMM x 23C	23	7/0,45	1,35	0,8	1,6	22,5	24,1	Control & Signal
12	250 V TTYCS 1,25 SQMM x 4C	4	7/0,45	1,35	0,7	1,3	14,8	16,4	Telephone & Instrumentation



E	HANGER TYPE	WIDTH OF HANGER	RUN. BAR	DIMENSION OF LEG m/m		
				$H \leq 350$	$350 < H \leq 600$	$H > 600$
1	B1-A	150~800	30x30x3	32x4.5	30x30x3	40x40x3

SPACE	LENGTH $L \text{ m/m}$	PITCH $P \text{ m/m}$	HANGER Q'TY
ENGINE ROOM COMO. & DECK	940	300	4
	1540		6
	1840		7
	2140		8
	2740		10

TYPE (BL3)



TYPE	HANGER TYPE	WIDTH OF HANGER	RUN BAR	DIMENSION OF LEG ^{mm} / _{in}		
				H ≤ 250	250 < H ≤ 300	H > 300
BL 3	BHA	150 ~ 800	30×30×3	32×4.5	30×30×3	40×40×3

SPACE	LENGTH L m/m	PITCH P m/m	HANGER Q'TY
ENGINE ROOM ACCOMMODATION & DECK	940	300	4
	1540		6
	1840		7
	2140		8
	2740		10

Tabel Daftar Lokasi Kabel

Keterangan : **ER** = Engine Room
UD = Upper Deck

ER2 = 2nd Deck Engine Room (Platform)
PD = Poop Deck **NBD** = Navigation Bridge Deck

	Jenis kabel	Menghubungkan	Lokasi
1	660 V TPYCY 2,0 SQMM x 3C		
2	250 V MPYC 1,25 SQMM x 7C	<ul style="list-style-type: none"> - Bilge Alarm Panel & Starter(ER) - Dual Pressure Control Switch 1&2 (ER2) & PRCP(UD) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tepi kamar mesin - Platform - AC Room
3	660 V DPYC 5,5 SQMM x 2C	<ul style="list-style-type: none"> - IC Panel Board/WHGP(NBD) & ESB(PD) - Emergency Light Panel Board/WHGP(NBD) & ESB(PD) 	<ul style="list-style-type: none"> - Emergency Generator Room - Wheel House - Emergency Generator Room - Wheel House
4	660 V DPYC 8,0 SQMM x 2C	<ul style="list-style-type: none"> - Emergency Light Panel Board(ER) & ESB(PD) - ECC(ER2) & ESB(PD) - Batt. Charge&Discharge Panel(NBD) & EGCP(ER) - Batt. Charge&Discharge Panel(NBD) & ESB(PD) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tepi kamar mesin - Emergency Generator Room - Emergency Generator Room - Engine Control Room - Tepi kamar mesin - Batt. Chg. Room - Emergency Generator Room - Batt. Chg. Room

Continuation of Cable Schedule - Location of Cable Installation

	Jenis kabel	Menghubungkan	Lokasi
5	250 V MPYC 1,25 SQMM x 12C	<ul style="list-style-type: none"> - Bridge Control Stand(NBD) & Starter to MSB for No. 1 Steering Gear(ER2) - Bridge Control Stand(NBD) & Starter to ESB for No.2 Steering Gear(ER2) - M/S ST/SP Push Button(ER2) & PRCP(UD) 	<ul style="list-style-type: none"> - Steering Gear Room - Wheel House - Steering Gear Room - Wheel House - Platform - AC Room
6	250 V MPYC 1,25 SQMM x 5C	<ul style="list-style-type: none"> - ST/SP, PB(P/R) for Interface Unit Cargo Stripping Pump No.1(PD) & starter(ER) - ST/SP, PB(P/R) for Interface Unit Cargo Stripping Pump No.1(PD) & starter(ER) - PRCP(UD) & Digital Temp. Control Panel(UD) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tepi Kamar Mesin - Cargo Control Room - Tepi Kamar Mesin - Cargo Control Room - AC Room - Freezer Room
7	250 V DPYC 3,5 SQMM x 2C	<ul style="list-style-type: none"> - Navigator Light Indicator Panel/WHGP(NBD) & ESB(PD) - Engine Alarm Panel(ER) & ESB(PD) - Batt. Lighting Panel Board/BL-1(ER2) & Engine Control Room Lighting(ER2) - Batt. Lighting Panel Board/BL-1(ER2) & Floor Lighting (ER) 	<ul style="list-style-type: none"> - Emergency Generator Room - Wheel House - Tengah Kamar Mesin - Emergency Generator Room - Platform - Engine Control Room - Tengah Kamar Mesin - Platform

	Jenis kabel	Menghubungkan	Lokasi
8	250 V MPYCS 1,25 SQMM x 5C	<ul style="list-style-type: none"> - Interface Unit Cargo Pump No.1(PD) & Starter(ER) - Interface Unit Cargo Pump No.2(PD) & Starter(ER) - Interface Unit Cargo Pump No.3(PD) & Starter(ER) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tepi Kamar Mesin - Cargo Control Room - Tepi Kamar Mesin - Cargo Control Room - Tepi Kamar Mesin - Cargo Control Room
9	660 V TPYC 2,0 SQMM x 3C	<ul style="list-style-type: none"> - Steering Gear Starter(ER2) & MSB(ER2) - Steering Gear(ER2) & Starter(ER2) - Test Panel(ER2) & DSB-1(ER2) - Oily Water Separator Starter(ER) & DSB-1(ER2) - Bilge Pump for Bilge Separator(ER) & Starter(ER) 	<ul style="list-style-type: none"> - Steering Gear Room - Engine Control Room - Steering Gear Room - Workshop - Tengah Kamar Mesin - Workshop - Tengah Kamar Mesin
10	250 V DPYC 1,25 SQMM x 2C	<ul style="list-style-type: none"> - Space Heater for No.1, No.2, No.3 Generator(ER) & MSB(ER2) - Thermostat(UD) & ACCP(UD) - Emergency Stop Push Button/WHGP(NBD) & MSB(ER2) - Oily Water Separator(ER) & Starter(ER) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tepi Kamar Mesin - Engine Control Room - AC Room - Engine Control Room - Wheel House - Tengah Kamar Mesin
11	250 V FMPYC 1,25 SQMM x 23C		
12	250 V TTYCS 1,25 SQMM x 4C		

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

1. 660 V TPYCY 2,0 SQMM x 3C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti			Tahanan Isolasi thd. armour		
		M-P	M-H	H-P	A-M	A-H	A-P
Sebelum pembebanan	Tk.1	270	270	270	260	250	260
	Tk.2	270	260	270	260	260	260
	Tk.3	260	270	270	250	260	260
	Tk.4	270	270	270	260	260	260
Setelah pembebanan	Tk.1	260	260	260	260	250	250
	Tk.2	250	260	250	240	250	250
	Tk.3	240	240	250	250	250	250
	Tk.4	260	240	250	240	250	250

Keterangan :

M = Inti Merah

H = Inti Hitam

P = Inti Putih

A = Armour

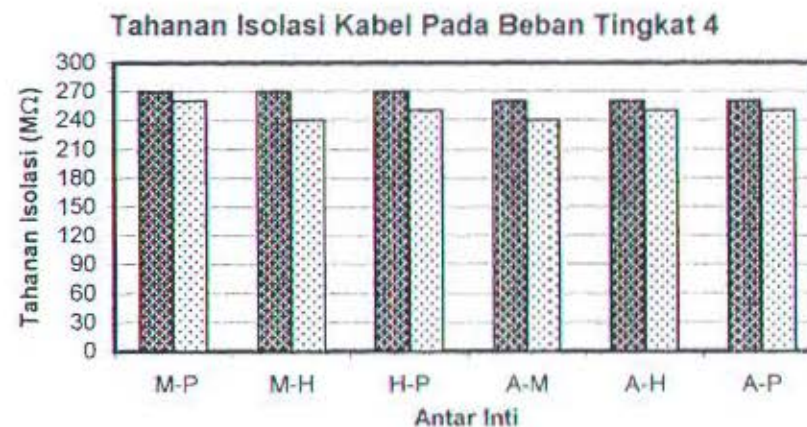
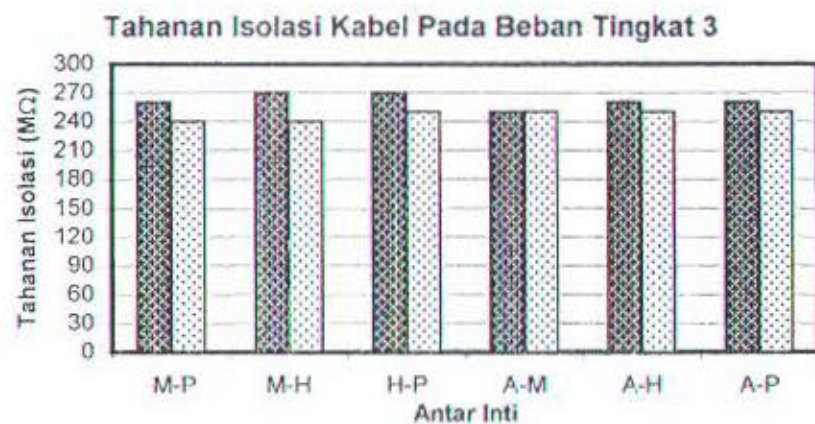
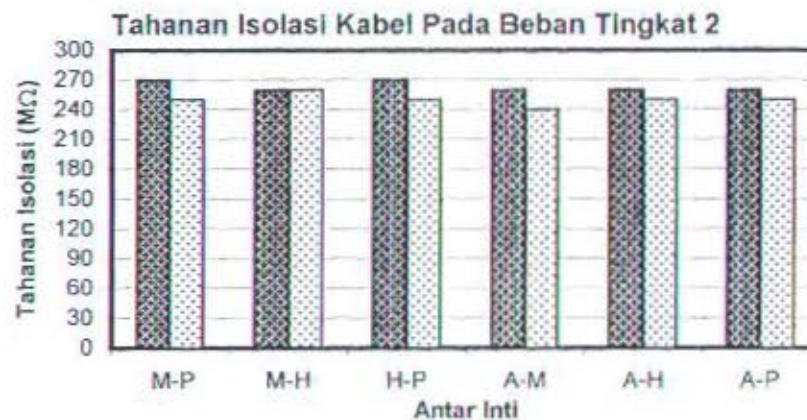
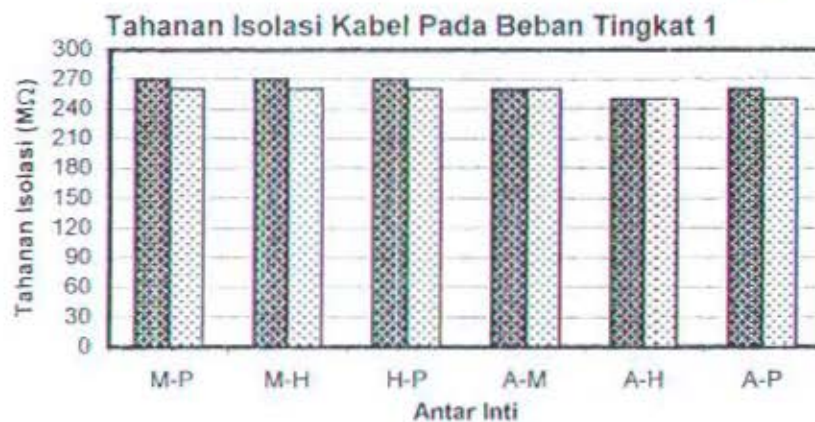
Tk.1 = Beban tingkat 1

Tk.2 = Beban tingkat 2

Tk.3 = Beban tingkat 3

Tk.4 = Beban tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 660 V TPYCY 2,0 SQMM x 3C



Keterangan M = Inti Merah H = Inti Hitam P = Inti Putih
A = Armour

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

2. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 7C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti						Tahanan Isolasi thd. armour			
		1-2	1-3	2-3	1-4	2-4	3-4	A-1	A-2	A-3	A-4
Sebelum pembebanan	Tk.1	270	270	270	270	270	270	250	260	260	260
	Tk.2	270	260	260	270	260	260	260	260	250	270
	Tk.3	270	270	260	260	270	260	270	260	260	260
	Tk.4	270	270	270	280	270	260	260	260	260	260
Setelah pembebanan	Tk.1	260	260	260	260	270	260	260	270	250	270
	Tk.2	260	260	260	260	260	260	250	260	250	260
	Tk.3	250	260	260	260	270	270	260	250	260	260
	Tk.4	240	250	250	240	250	250	250	240	260	270

Keterangan :

1 = Inti No.1

2 = Inti No.2

3 = Inti No.3

4 = Inti No.4

A = Armour

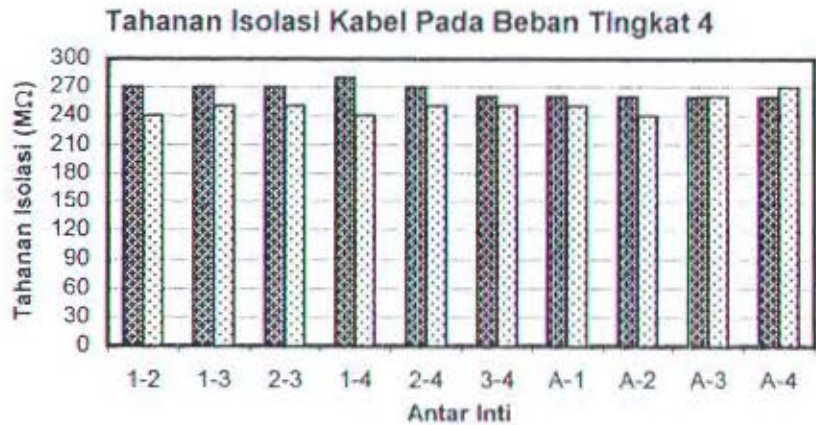
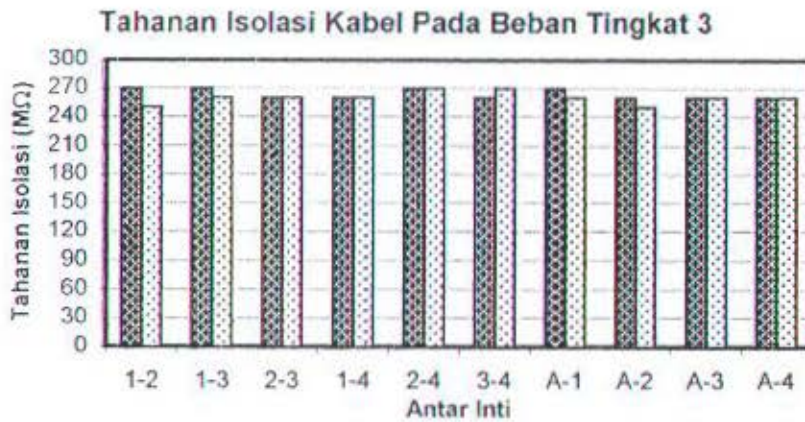
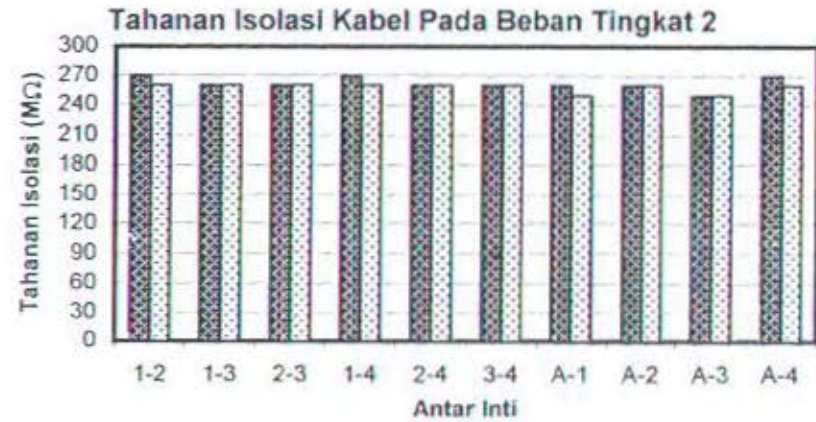
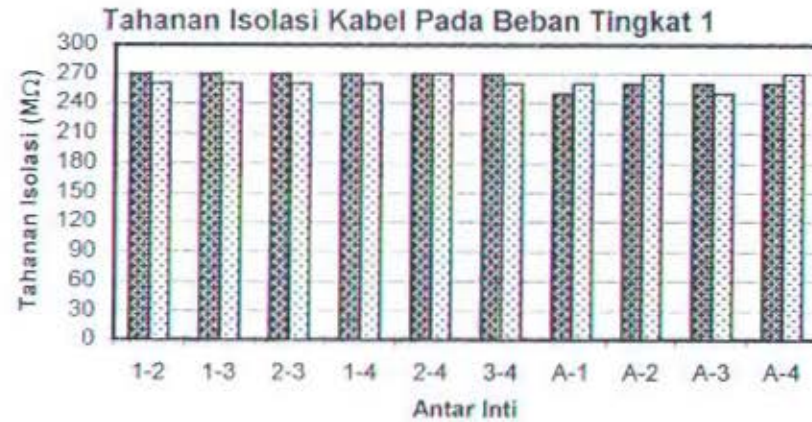
Tk.1 = Beban Tingkat 1

Tk.2 = Beban Tingkat 2

Tk.3 = Beban Tingkat 3

Tk.4 = Beban Tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V MPYC 1,25 SQMM x 7C



Keterangan 1 = Inti No.1 2 = Inti No.2 3 = Inti No.3
 4 = Inti No.4 A = Armour

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

3. 660 V DPYC 5,5 SQMM x 2C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti	Tahanan Isolasi thd. armour	
		H-P	A-H	A-P
Sebelum pembebanan	Tk.1	270	260	260
	Tk.2	260	260	260
	Tk.3	260	260	260
	Tk.4	260	260	260
Setelah pembebanan	Tk.1	260	260	250
	Tk.2	250	250	250
	Tk.3	250	240	220
	Tk.4	240	200	200

Keterangan :

H = Inti Hitam

P = Inti Putih

A = Armour

Tk1. = Beban tingkat 1

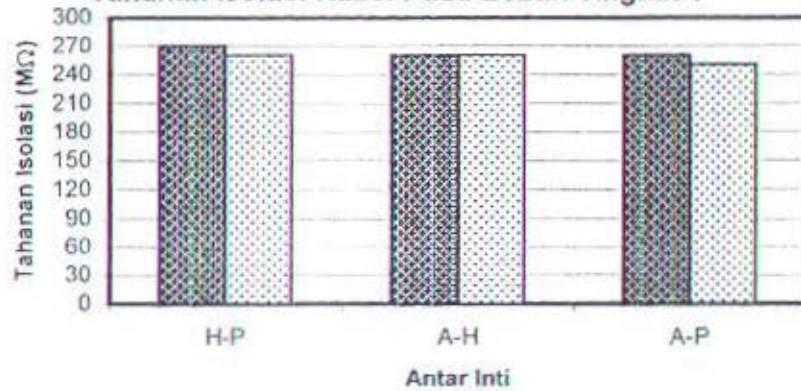
Tk.2 = Beban tingkat 2

Tk.3 = Beban tingkat 3

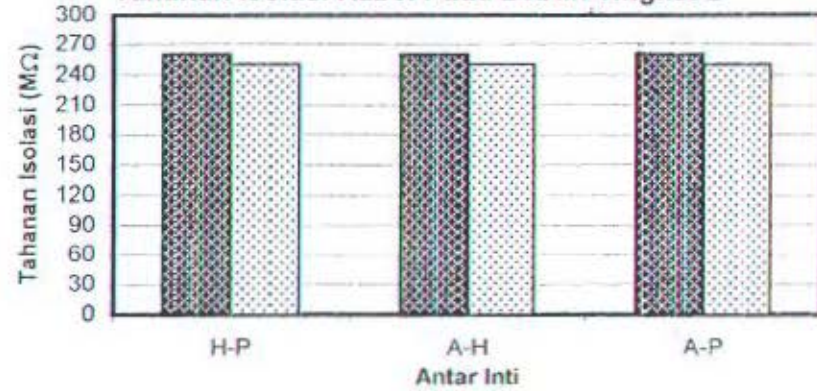
Tk.4 = Beban tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 660 V DPYC 5,5 SQMM x 2C

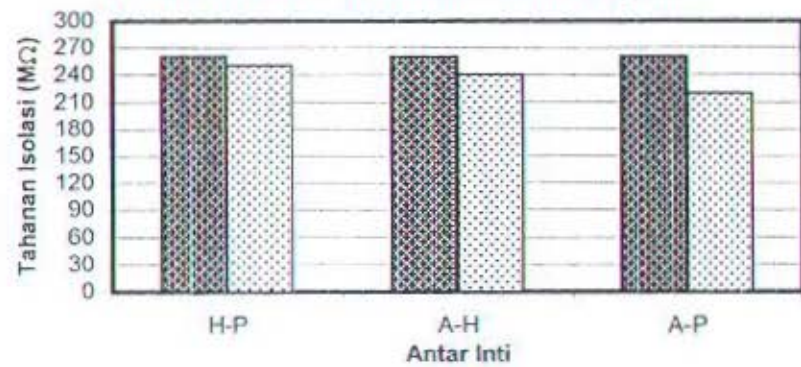
Tahanan Isolasi Kabel Pada Beban Tingkat 1



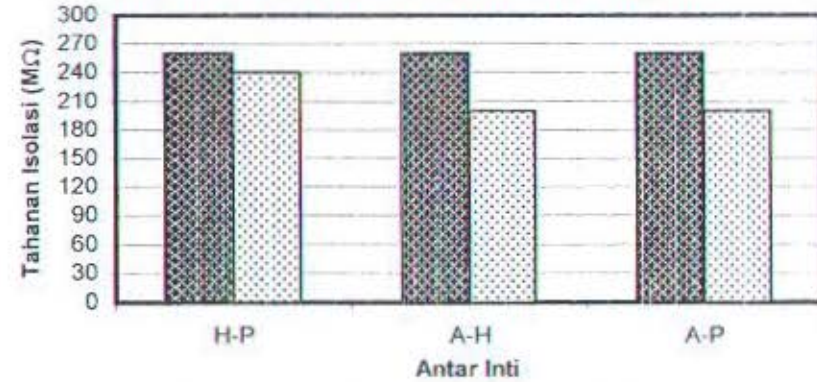
Tahanan Isolasi Kabel Pada Beban Tingkat 2



Tahanan Isolasi Kabel Pada Beban Tingkat 3



Tahanan Isolasi Kabel Pada Beban Tingkat 4



Keterangan H = Inti Hitam P = Inti Putih A = Armour

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

4. 660 V DPYC 8,0 SQMM x 2C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti	Tahanan Isolasi thd. armour	
		H-P	A-H	A-P
Sebelum pembebanan	Tk.1	250	250	250
	Tk.2	260	260	250
	Tk.3	260	260	250
	Tk.4	250	260	260
Setelah pembebanan	Tk.1	250	220	220
	Tk.2	250	250	230
	Tk.3	250	220	220
	Tk.4	250	220	190

Keterangan :

H = Inti Hitam

P = Inti Putih

A = Armour

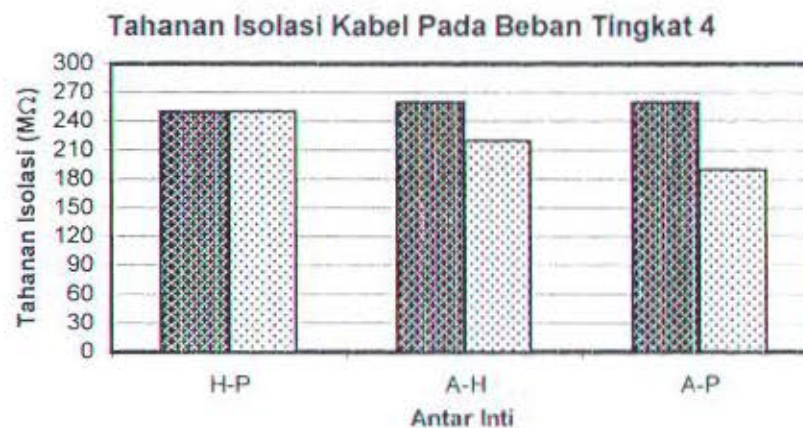
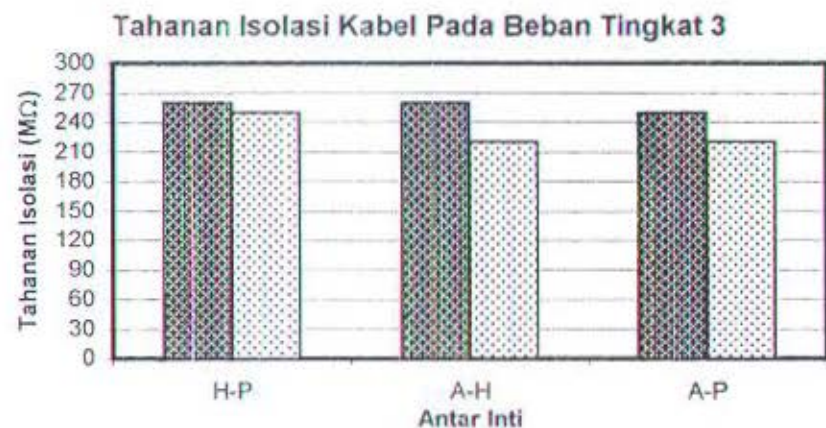
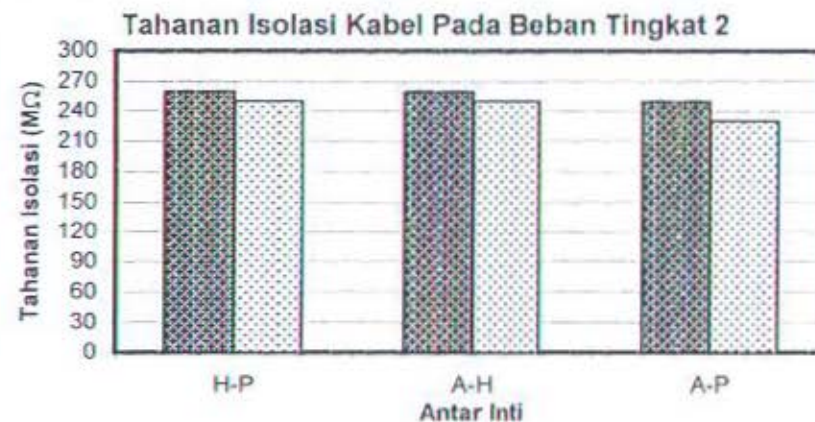
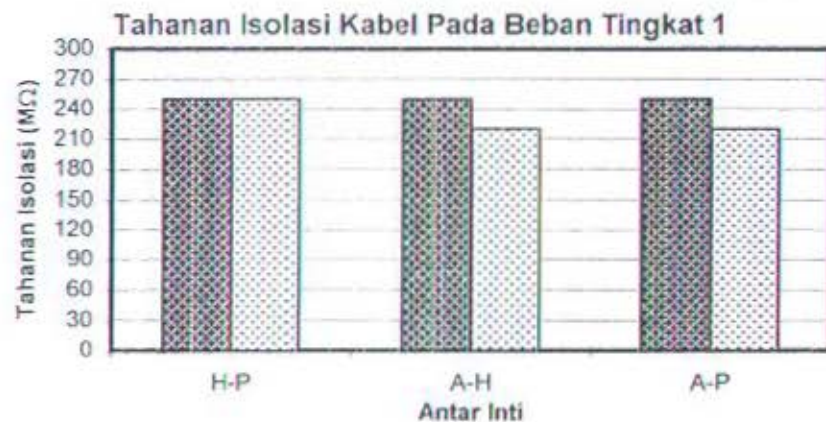
Tk1. = Beban tingkat 1

Tk.2 = Beban tingkat 2

Tk.3 = Beban tingkat 3

Tk.4 = Beban tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 660 V DPYC 8,0 SQMM x 2C



Keterangan H = Inti Hitam P = Inti Putih A = Armour

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

5. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 12C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti						Tahanan Isolasi thd. armour			
		1-2	1-3	2-3	1-4	2-4	3-4	A-1	A-2	A-3	A-4
Sebelum pembebanan	Tk.1	260	260	260	270	270	260	260	250	260	260
	Tk.2	270	260	260	260	260	260	260	250	250	260
	Tk.3	270	260	260	260	260	260	260	260	260	260
	Tk.4	270	260	270	260	260	260	260	260	250	260
Setelah pembebanan	Tk.1	240	250	250	260	250	260	200	200	200	200
	Tk.2	250	250	250	260	250	260	210	210	210	220
	Tk.3	260	260	260	260	260	260	200	200	200	210
	Tk.4	250	260	250	260	260	260	200	200	200	200

Keterangan :

1 = Inti No.1

2 = Inti No.2

3 = Inti No.3

4 = Inti No.4

A = Armour

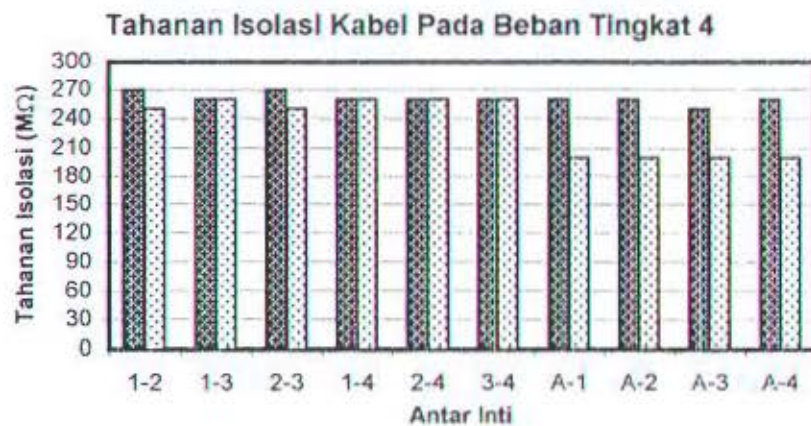
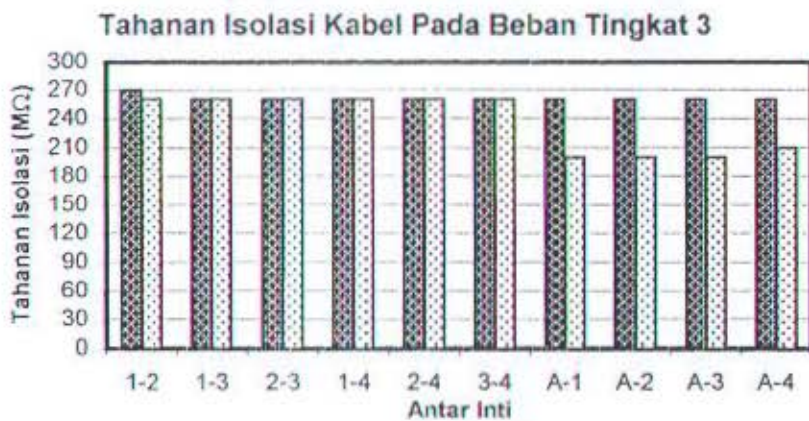
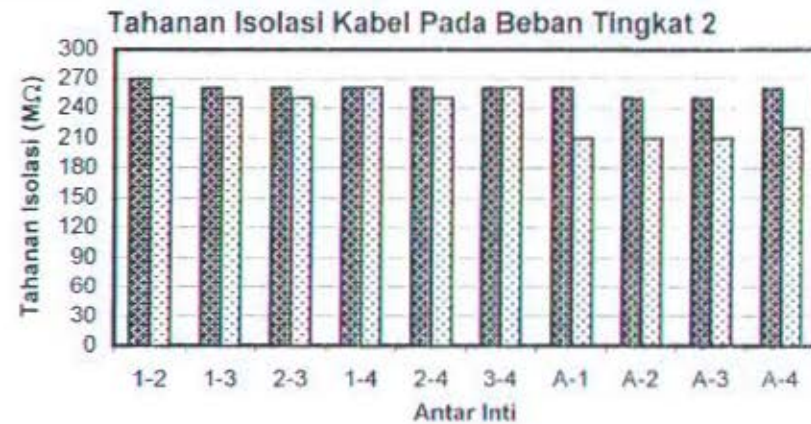
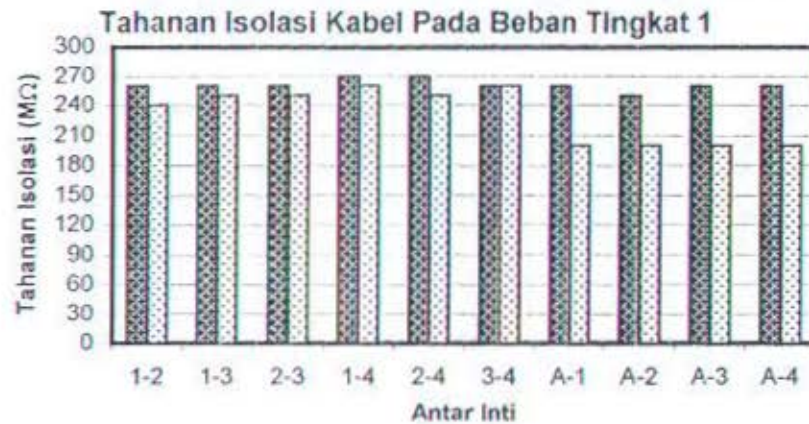
Tk.1 = Beban Tingkat 1

Tk.2 = Beban Tingkat 2

Tk.3 = Beban Tingkat 3

Tk.4 = Beban Tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V MPYC 1,25 SQMM x 12C



Keterangan 1 = Inti No.1
4 = Inti No.4

2 = Inti No.2
A = Armour

3 = Inti No.3

■ Sebelum Pembebanan Mekanis □ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

6. 250 V MPYC 1,25 SQMM x 5C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti						Tahanan Isolasi thd. armour			
		1-2	1-3	2-3	1-4	2-4	3-4	A-1	A-2	A-3	A-4
Sebelum pembebanan	Tk.1	270	270	270	260	270	270	250	260	260	260
	Tk.2	270	270	260	270	260	270	260	260	260	260
	Tk.3	270	270	260	260	270	270	270	260	260	250
	Tk.4	270	270	260	260	260	270	250	270	260	260
Setelah pembebanan	Tk.1	260	260	270	270	270	260	250	260	250	250
	Tk.2	260	260	270	270	270	270	230	220	230	200
	Tk.3	260	270	270	270	260	260	220	220	220	220
	Tk.4	260	270	270	270	270	260	220	200	200	200

Keterangan :

1 = Inti No.1

2 = Inti No.2

3 = Inti No.3

4 = Inti No.4

A = Armour

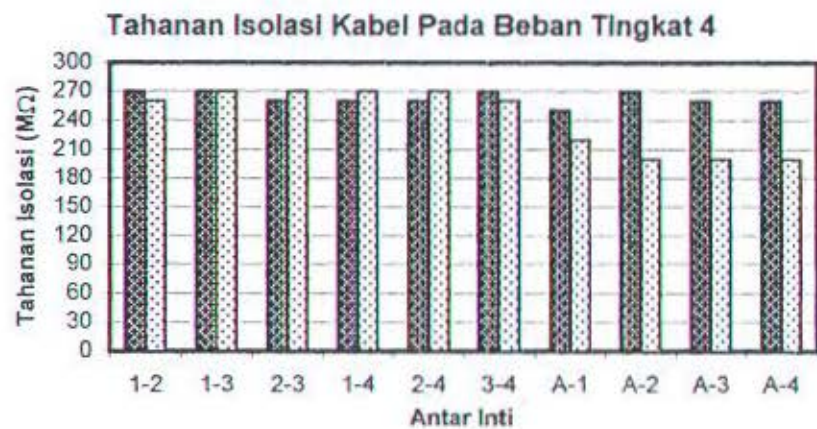
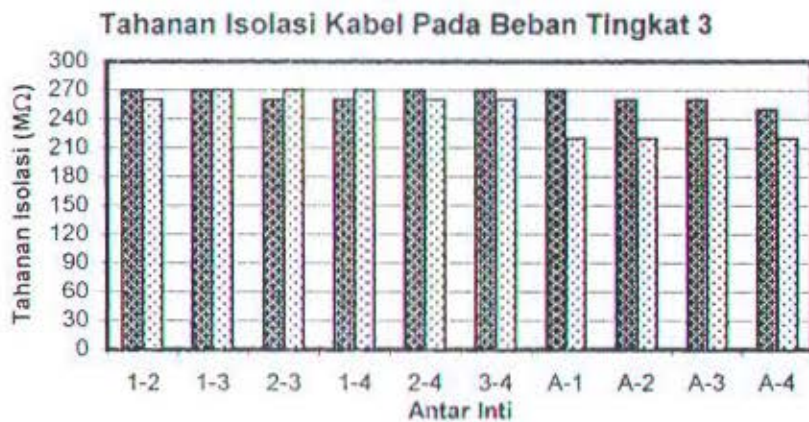
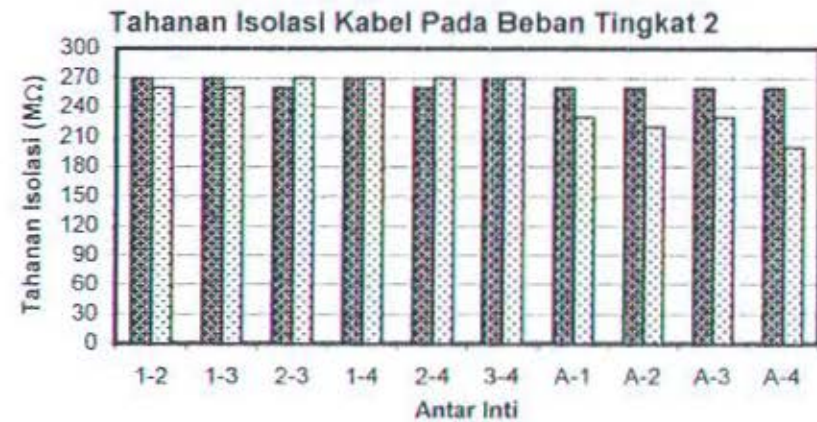
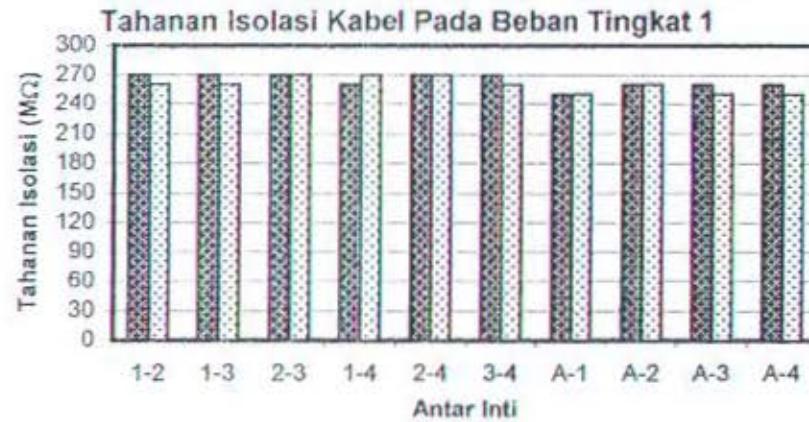
Tk.1 = Beban Tingkat 1

Tk.2 = Beban Tingkat 2

Tk.3 = Beban Tingkat 3

Tk.4 = Beban Tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V MPYC 1,25 SQMM x 5C



Keterangan 1 = Inti No.1
4 = Inti No.4

2 = Inti No.2
A = Armour

3 = Inti No.3

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▨ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

7. 250 V DPYC 3,5 SQMM x 2C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti	Tahanan Isolasi thd. armour	
		H-P	A-H	A-P
Sebelum pembebanan	Tk.1	260	260	270
	Tk.2	270	270	270
	Tk.3	270	280	270
	Tk.4	270	270	270
Setelah pembebanan	Tk.1	260	270	270
	Tk.2	260	240	240
	Tk.3	260	230	240
	Tk.4	250	230	230

Keterangan :

H = Inti Hitam

P = Inti Putih

A = Armour

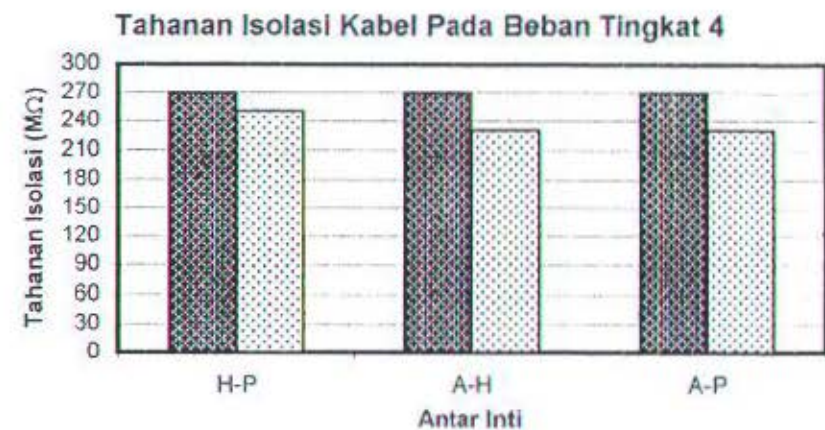
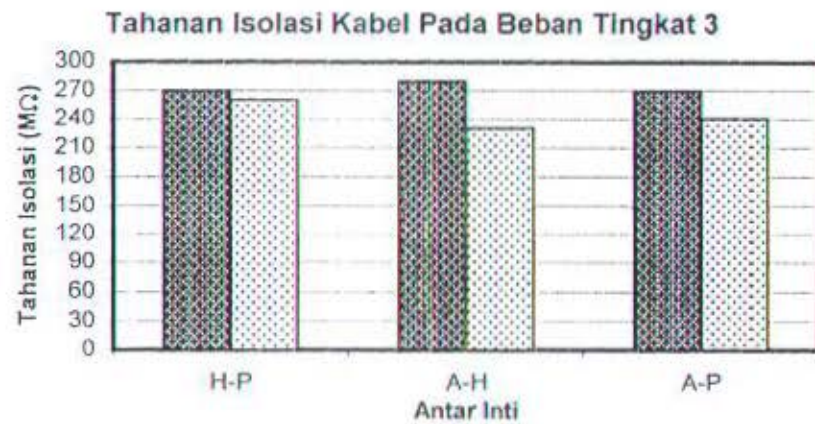
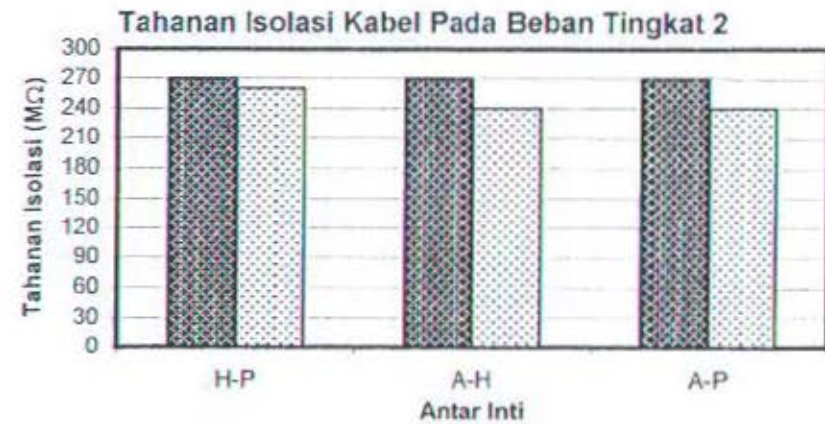
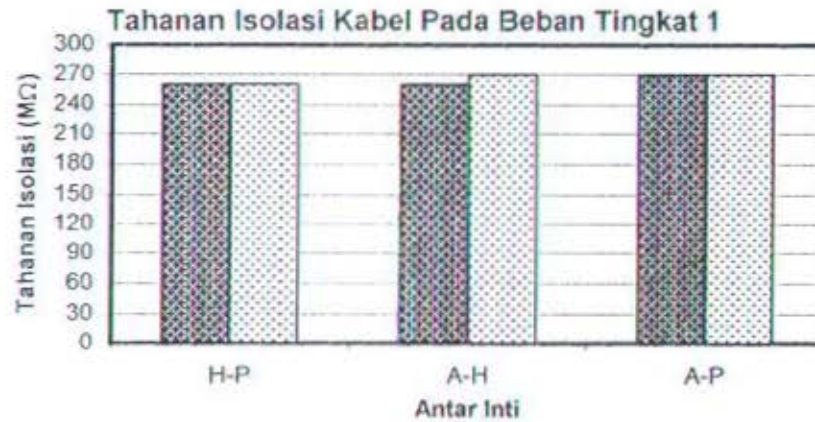
Tk1. = Beban tingkat 1

Tk.2 = Beban tingkat 2

Tk.3 = Beban tingkat 3

Tk.4 = Beban tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V DPYC 3,5 SQMM x 2C



Keterangan H = Inti Hitam P = Inti Putih A = Armour

■ Sebelum Pembebanan Mekanis □ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

8. 250 V MPYCS 1,25 SQMM x 5C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti						Tahanan Isolasi thd. armour			
		1-2	1-3	2-3	1-4	2-4	3-4	A-1	A-2	A-3	A-4
Sebelum pembebanan	Tk.1	260	270	270	270	270	260	260	270	270	260
	Tk.2	270	270	260	270	270	270	260	270	260	260
	Tk.3	270	270	270	270	270	260	260	270	270	270
	Tk.4	260	260	260	260	260	260	270	260	270	260
Setelah pembebanan	Tk.1	270	260	270	270	260	270	240	230	260	260
	Tk.2	270	270	260	270	260	270	240	240	240	240
	Tk.3	270	270	260	270	260	270	240	220	220	240
	Tk.4	270	270	260	270	270	270	240	220	230	240

Keterangan :

1 = Inti No.1

2 = Inti No.2

3 = Inti No.3

4 = Inti No.4

A = Armour

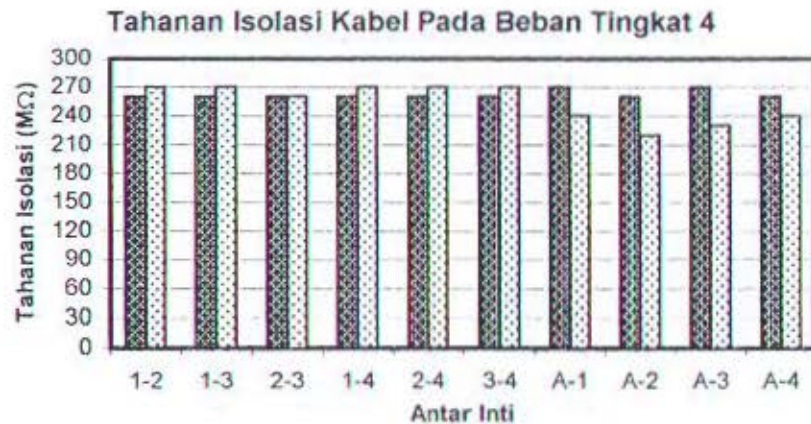
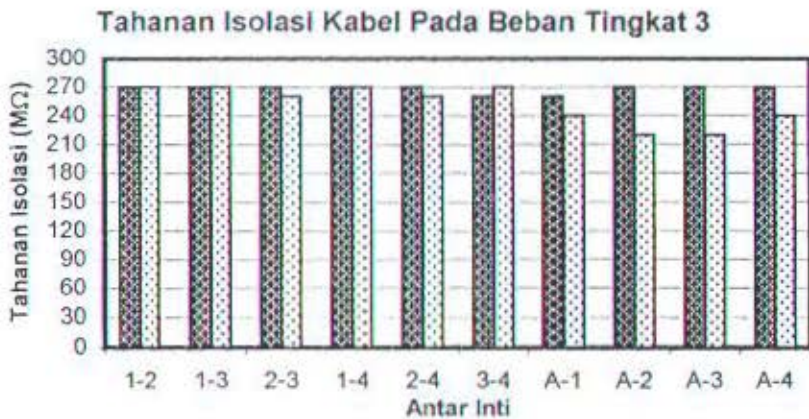
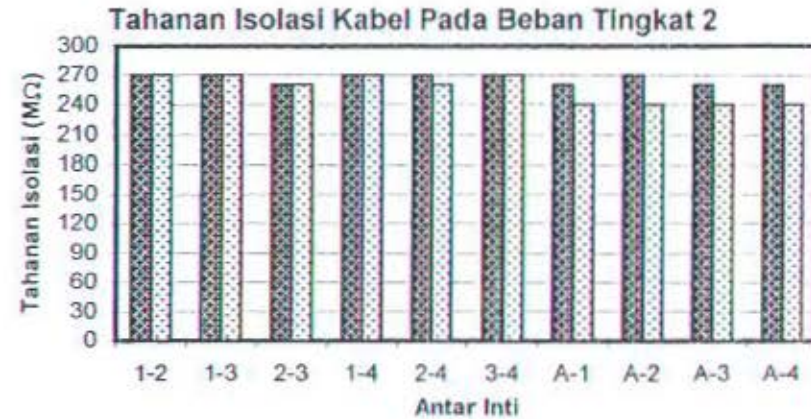
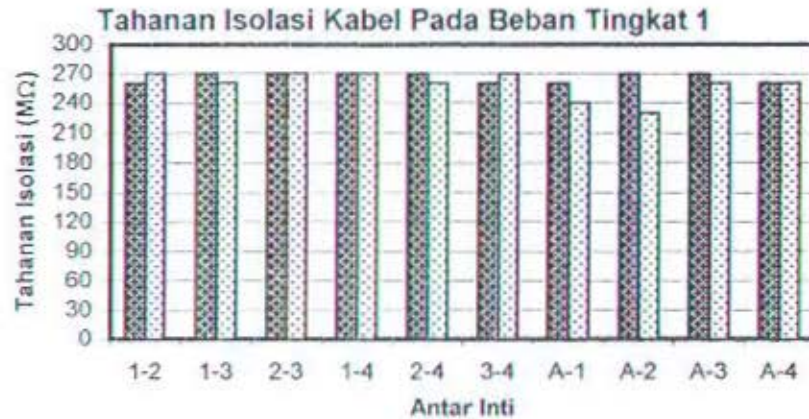
Tk.1 = Beban Tingkat 1

Tk.2 = Beban Tingkat 2

Tk.3 = Beban Tingkat 3

Tk.4 = Beban Tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V MPYCS 1,25 SQMM x 5C



Keterangan 1 = Inti No.1
4 = Inti No.4

2 = Inti No.2
A = Armour

3 = Inti No.3

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

9. 660 V TPHYC 2,0 SQMM x 3C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti			Tahanan Isolasi thd. armour		
		M-P	M-H	H-P	A-M	A-H	A-P
Sebelum pembebanan	Tk.1	260	260	260	260	260	260
	Tk.2	270	260	260	260	270	260
	Tk.3	260	260	260	250	260	260
	Tk.4	270	260	260	250	260	250
Setelah pembebanan	Tk.1	260	260	260	250	250	260
	Tk.2	260	260	260	250	250	250
	Tk.3	260	260	260	230	240	240
	Tk.4	260	260	270	230	240	240

Keterangan :

M = Inti Merah

H = Inti Hitam

P = Inti Putih

A = Armour

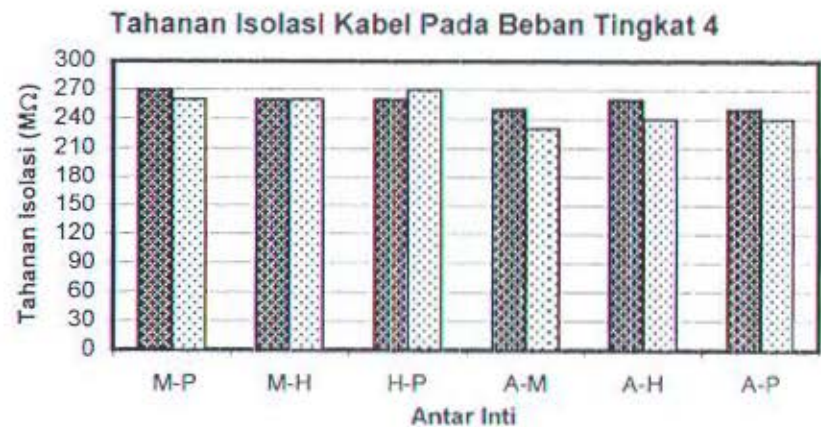
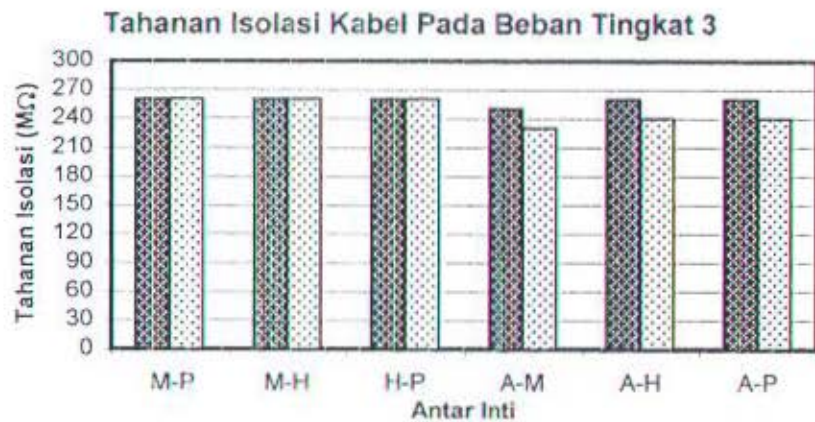
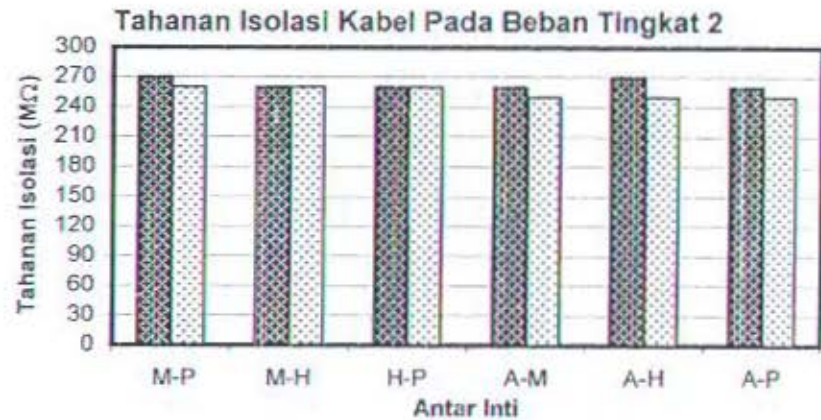
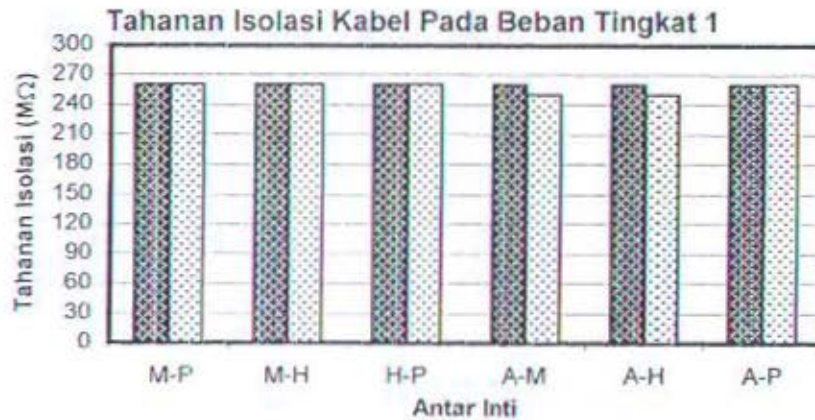
Tk.1 = Beban tingkat 1

Tk.2 = Beban tingkat 2

Tk.3 = Beban tingkat 3

Tk.4 = Beban tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 660 V TPYC 2,0 SQMM x 3C



Keterangan M = Inti Merah H = Inti Hitam P = Inti Putih
A = Armour

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

10. 250 V DPYC 1,25 SQMM x 2C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti	Tahanan Isolasi thd. armour	
		H-P	A-H	A-P
Sebelum pembebanan	Tk. 1	260	260	260
	Tk. 2	260	250	260
	Tk. 3	260	260	260
	Tk. 4	260	250	260
Setelah pembebanan	Tk. 1	260	250	250
	Tk. 2	260	250	250
	Tk. 3	260	230	220
	Tk. 4	260	220	220

Keterangan :

H = Inti Hitam

P = Inti Putih

A = Armour

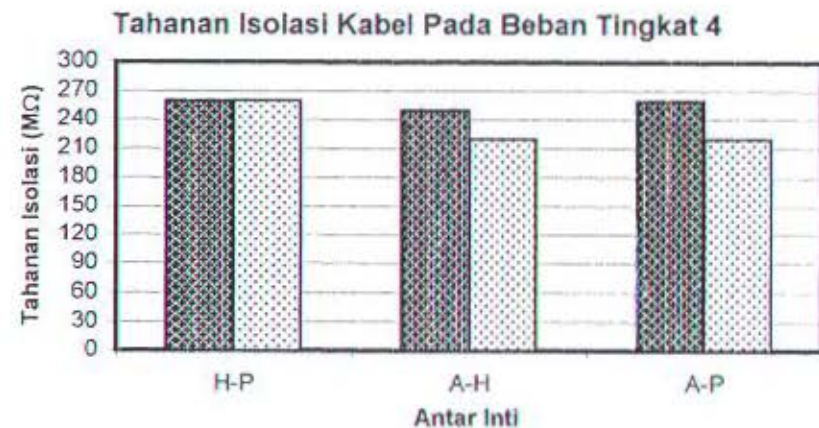
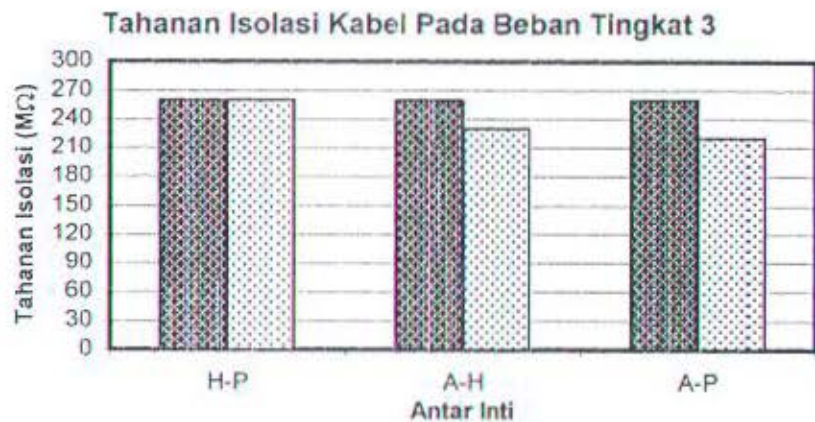
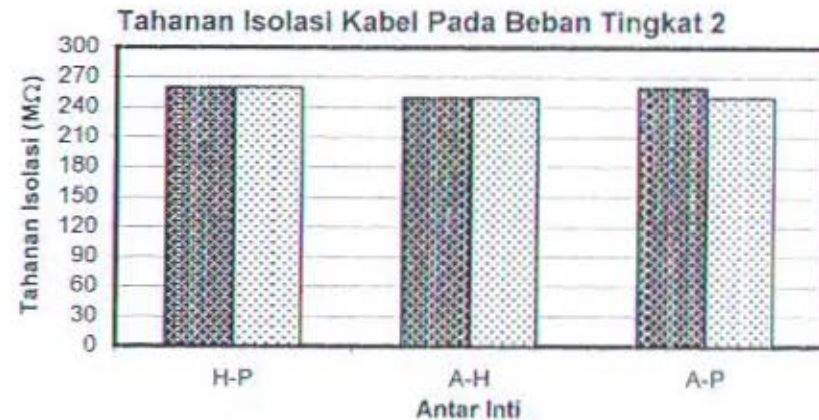
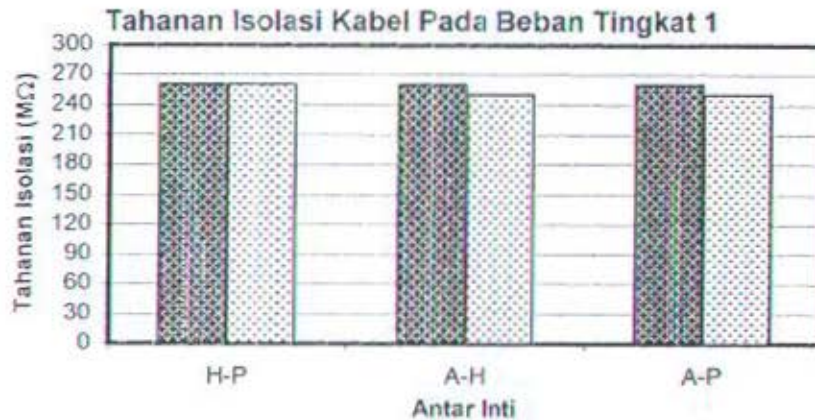
Tk1. = Beban tingkat 1

Tk.2 = Beban tingkat 2

Tk.3 = Beban tingkat 3

Tk.4 = Beban tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V DPYC 1,25 SQMM x 2C



Keterangan H = Inti Hitam P = Inti Putih A = Armour

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

11. 250 V FMPYC 1,25 SQMM x 23C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti						Tahanan Isolasi thd. armour			
		1-2	1-3	2-3	1-4	2-4	3-4	A-1	A-2	A-3	A-4
Sebelum pembebanan	Tk.1	270	260	270	270	270	260	270	270	270	270
	Tk.2	260	270	270	270	270	270	270	260	270	270
	Tk.3	260	270	270	270	260	270	270	260	260	270
	Tk.4	270	260	260	270	270	270	270	270	270	270
Setelah pembebanan	Tk.1	270	270	260	270	270	260	260	260	270	270
	Tk.2	270	270	260	270	260	260	260	240	270	260
	Tk.3	270	270	260	260	270	270	270	250	260	260
	Tk.4	260	260	260	270	270	260	250	260	260	260

Keterangan :

1 = Inti No.1

2 = Inti No.2

3 = Inti No.3

4 = Inti No.4

A = Armour

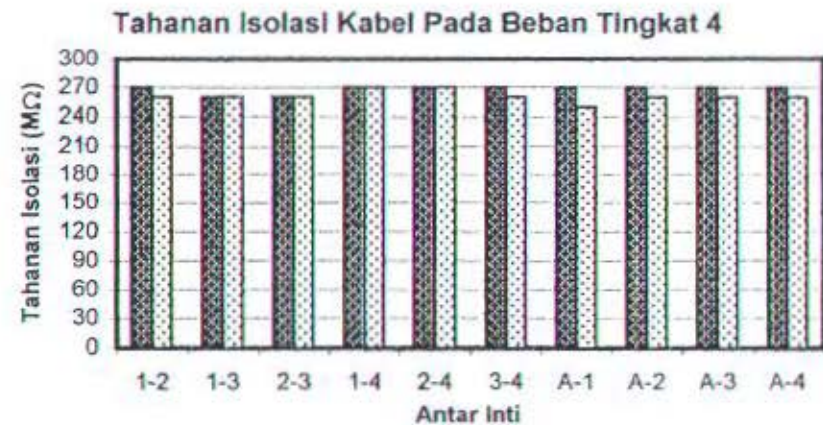
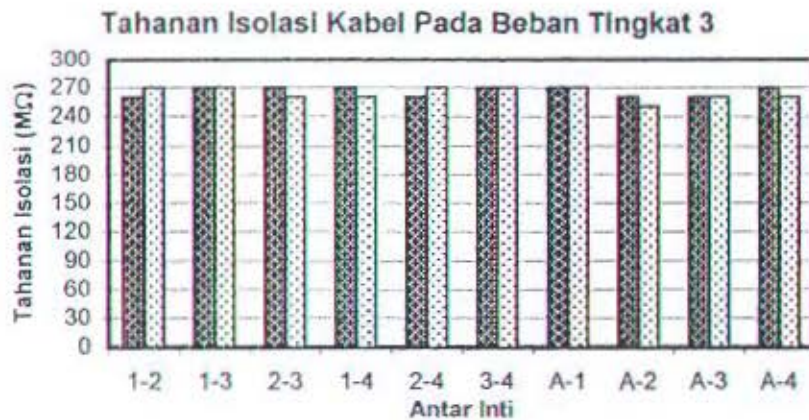
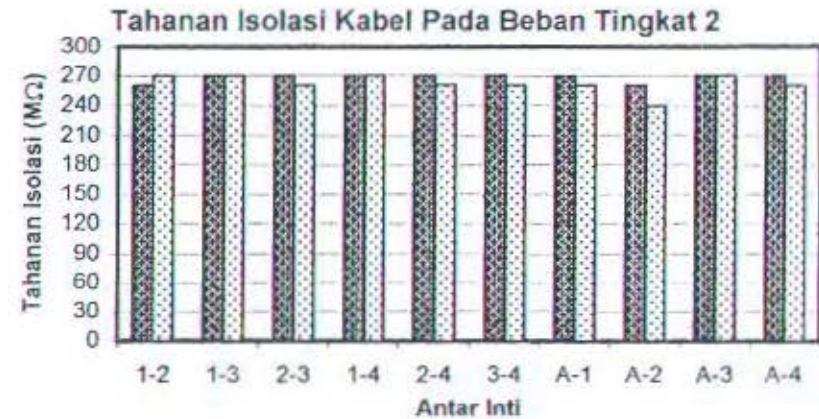
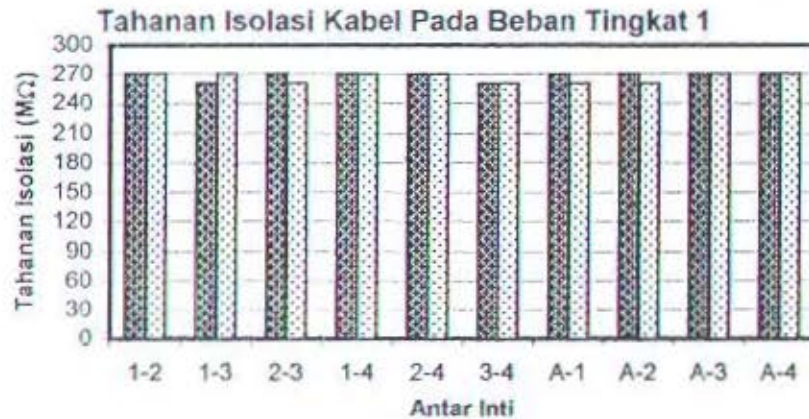
Tk.1 = Beban Tingkat 1

Tk.2 = Beban Tingkat 2

Tk.3 = Beban Tingkat 3

Tk.4 = Beban Tingkat 4

Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V FMPYC 1,25 SQMM x 23C



Keterangan 1 = Inti No.1 2 = Inti No.2 3 = Inti No.3
 4 = Inti No.4 A = Armour

▨ Sebelum Pembebanan Mekanis ▤ Setelah Pembebanan Mekanis

Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

12. 250 V TTYCS 1,25 SQMM x 3C

Kondisi	Material Untuk Beban	Tahanan Isolasi antar inti						Tahanan Isolasi thd. armour			
		1-2	1-3	2-3	1-4	2-4	3-4	A-1	A-2	A-3	A-4
Sebelum pembebanan	Tk.1	250	250	260	260	250	250	260	260	260	260
	Tk.2	250	260	260	260	250	250	260	250	260	260
	Tk.3	260	260	260	250	260	250	260	260	250	260
	Tk.4	250	250	260	260	260	260	260	260	260	260
Setelah pembebanan	Tk.1	260	260	260	260	250	260	250	260	260	260
	Tk.2	260	250	260	260	260	250	250	250	260	250
	Tk.3	260	250	260	260	260	250	220	230	220	220
	Tk.4	260	260	250	260	260	260	210	210	200	210

Keterangan :

1 = Inti No.1

2 = Inti No.2

3 = Inti No.3

4 = Inti No.4

A = Armour

Tk.1 = Beban Tingkat 1

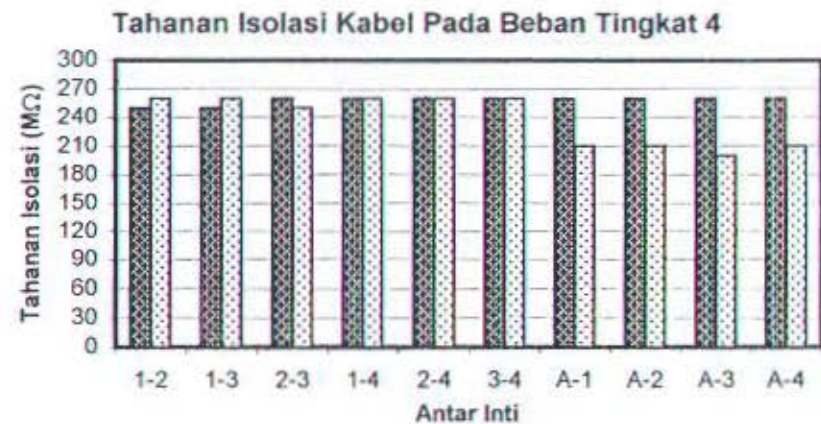
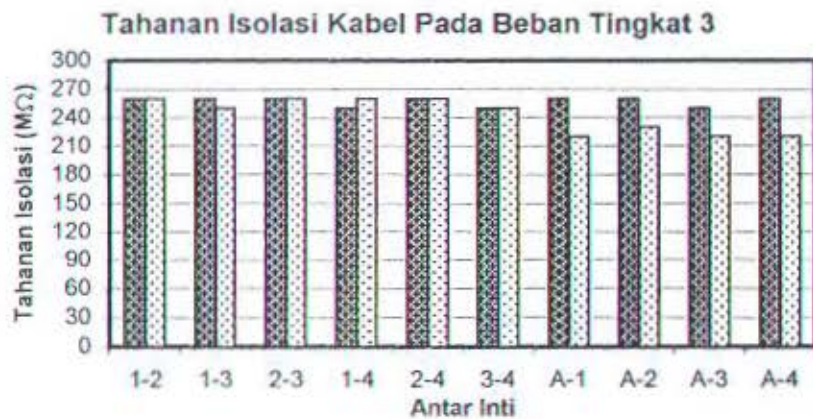
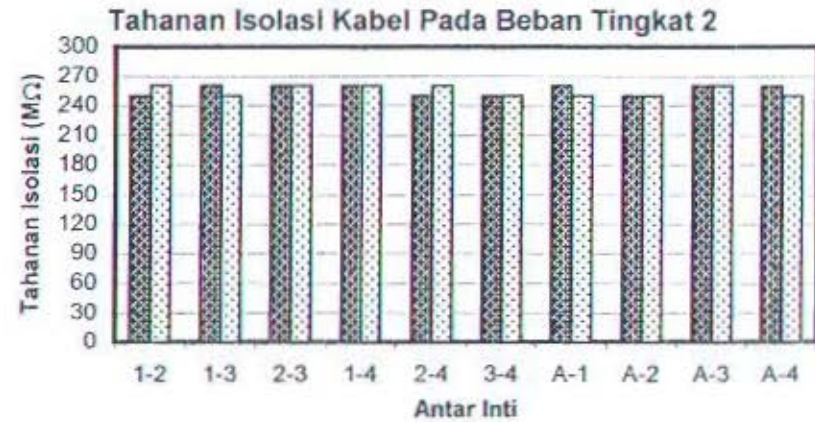
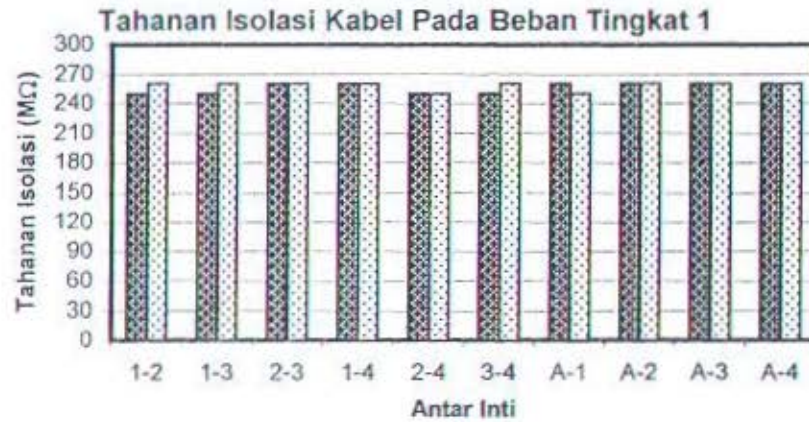
Tk.2 = Beban Tingkat 2

Tk.3 = Beban Tingkat 3

Tk.4 = Beban Tingkat 4



Grafik Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel 250 V TTYCS 1,25 SQMM x 3C



Keterangan 1 = Inti No.1
4 = Inti No.4

2 = Inti No.2
A = Armour

3 = Inti No.3

■ Sebelum Pembebanan Mekanis ▨ Setelah Pembebanan Mekanis



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

KAMPUS ITS KEPUTIH - SUKOLILO, SURABAYA 60111

TELP. 599 4754, 599 4251 s/d 55 PES 1102, FAX : 599 4754

TUGAS AKHIR KS 1701

: Bonni Momenta
: 4293 100 021
n Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito, MSc.
Ir. I Wayan Lingga Indaya, MT.
gal Tugas Diberikan : 16 September 1999
gal Tugas Diselesaikan : 8 Januari 2000
Tugas Akhir : Analisa Kekuatan Mekanis Armour Kabel Listrik Kapal.

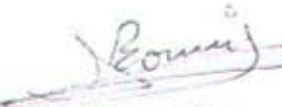
Pembimbing,


Mahasiswa,

Surabaya, 1 Februari 2000

Ketua Jurusan,


Sardono Sarwito, MSc.
31 651 255


Bonni Momenta
NRP.4293 100 021


DR. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.
NIP. 131 407 591

ngkap 4 (empat) untuk :
usan TSP,
embimbing ybs.
ya ybs.
or T.A. - TSP.